

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
2 Senkung der Heizenergiekosten in öffentlichen Gebäuden.....	2
2.1 Bestimmung der Versorgungssituation in Ihrem Gebäude (Arbeitsblatt 1).....	2
2.1.1 Bestimmung des Energieverbrauchs in Ihrem Gebäude.....	2
2.1.2 Typen von Wärmeerzeugern.....	4
2.1.3 Vollbenutzungsstunden und deren Bedeutung.....	7
2.1.4 Aufteilung von Heizkreisen.....	8
2.1.5 Arten der Trinkwassererwärmung und Legionellenprophylaxe.....	9
2.2 Grundlagen zur Bestimmung des Heizenergiebedarfs.....	10
2.2.1 Verteilung der Verluste.....	10
2.2.2 Transmissionswärmeverluste.....	11
2.2.3 Lüftungswärmeverluste.....	12
2.2.4 Gewinne durch Personen, Geräte und solare Einstrahlung.....	14
2.2.5 Verluste bei der Wärmeerzeugung.....	14
2.2.6 Verluste bei der Wärmespeicherung und –verteilung.....	16
2.3 Einsparpotential durch optimierte Nutzungsbedingungen.....	16
2.3.1 Einfluss der Raumtemperatur.....	16
2.3.2 Funktion von Thermostatventilen.....	17
2.3.3 Optimiertes Lüftungsverhalten.....	18
2.3.4 Einfluss von Nacht-, Wochenend- und Ferienabsenkung.....	19
2.4 Einstellung der zentralen Heizungsregelung.....	21
2.4.1 Grundbegriffe des hydraulischen Abgleichs von Anlagen.....	21
2.4.2 Parameter einer außentemperaturabhängigen Heizkurve.....	23
2.4.3 Optimierung von Aufheiz- und Absenkezeitpunkt (Arbeitsblatt 3).....	24
2.4.4 Zeitschaltung und Regelung von Heizungspumpen.....	24
2.4.5 Kesselverriegelung.....	27
2.5 Praktische Einstellung von verschiedenen Reglern.....	27
2.5.1 Einstellung der Heizkurve an einem analogen Regler (Arbeitsblatt 4).....	28
2.5.2 Bedienung von Schaltuhren.....	29
2.5.3 Optimierungsprogramm einer DDC-Station.....	29
2.5.4 Einzelraumregelung über eine Gebäudeleittechnik.....	30
2.6 Wirtschaftlichkeit von investiven Maßnahmen.....	31
2.6.1 Wärmeschutz der Gebäudehülle (Arbeitsblatt 5).....	31
2.6.2 Einbau einer Heizkreisregelung (Arbeitsblatt 6).....	32
2.6.3 Austausch der Kesselanlage (Arbeitsblatt 7).....	32
Arbeitsblatt 1: Bestimmung der Versorgungssituation.....	33
Arbeitsblatt 2: Ermittlung des Jahresheizenergiebedarfs.....	34
Arbeitsblatt 3: Optimierung des Aufheiz- und Absenkezeitpunkts.....	36
Arbeitsblatt 4: Optimierung der Heizkreisregelung.....	37
Arbeitsblatt 6: Einbau einer Heizkreisregelung.....	39
Arbeitsblatt 7: Austausch der Kesselanlage.....	40
Arbeitsblatt 8: Protokollblatt zur Optimierung von Heizkreisregelungen.....	41

2 Senkung der Heizenergiekosten in öffentlichen Gebäuden

Die Kosten für die Beheizung machen bei vielen Liegenschaften den höchsten Anteil an den Energiekosten aus. Vor allem bei Gebäuden mit wenigen Lüftungsanlagen und ohne Klimatisierung liegen die Kosten für die Beheizung über den Stromkosten. Daher kommt den Kosten für die Gebäudebeheizung eine große Bedeutung zu, obwohl die Preise für die eingesetzte Primärenergie gegenüber den Strompreisen gering erscheinen.

Dieses zweite Seminar soll Ihnen helfen, Ihre Heizungsanlage möglichst energie- und kostenbewusst zu betreiben. Sie werden typische Anlagen zur Wärmeerzeugung und deren Vor- und Nachteile kennen lernen. Das Seminar soll Sie in die Lage versetzen, eine Heizenergiebilanz für Ihr Gebäude aufzustellen.

Sie erfahren, wie Sie den Heizenergiebedarf Ihres Gebäudes mit kostenlosen oder gering-investiven Maßnahmen verringern können. Zum Abschluss werden Maßnahmen vorgestellt, die mit Investitionen verbunden sind. Für diese Maßnahmen sollen Sie abschätzen können, ob sie wirtschaftlich sind oder nicht.

2.1 Bestimmung der Versorgungssituation in Ihrem Gebäude (Arbeitsblatt 1)

2.1.1 Bestimmung des Energieverbrauchs in Ihrem Gebäude

Je nachdem mit welcher Energieart in Ihrem Gebäude geheizt wird, erfordert die Berechnung des Energieverbrauchs für die Beheizung eine unterschiedliche Vorgehensweise.

Bei **Fernwärme** können Sie den Wert für den Energieverbrauch direkt am Hauptzähler des Energieversorgers ablesen. Je nach Zähler wird er in kWh oder MWh angezeigt. Einige Zähler zeigen zusätzlich noch die Wassermenge an. Für den Energieverbrauch benötigen Sie diese Information nicht.

Modernere Zähler sind mit einem Rechenwerk ausgerüstet. Dieses ermöglicht es Ihnen, neben dem Verbrauch per Tastendruck auch Vor- und Rücklauf-temperatur der Fernwärme, den Wasserdurchfluss sowie die aktuelle Wärmeleistung abzufragen. Sie erhalten also zusätzliche Informationen über die Wärmeleistung, die Ihr Gebäude bei verschiedenen Witterungen benötigt.

Tipp:

Ist in Ihrem Gebäude ein solcher Zähler mit zusätzlichen Informationen eingebaut, lesen Sie diese immer wieder ab, wenn Sie am Zähler vorbeikommen. Sie entwickeln so nach und nach ein gutes Gefühl für den Energieverbrauch in Ihrem Gebäude. Ungewöhnliche Temperaturen im Vor- oder Rücklauf können Ihre Aufmerksamkeit auf Störungen in der Heizungsanlage lenken.

Wenn die Fernwärmeversorgung mit Fern-dampf erfolgt, ist ein Trommelzähler oder eine Kondensatuhr installiert. Auf der Kondensatuhr wird die Kondensatmenge in m³ angezeigt.

Um den Energieverbrauch zu bestimmen, müssen Sie die Differenz zwischen zwei Ablesungen mit dem spezifischen Energieinhalt von 1 Tonne Dampfkondensat multiplizieren.

Der spezifische Energieinhalt beträgt bei den Dampfparametern im Frankfurter Dampfnetz **705,4 kWh/m³** Kondensat.

$$\text{Energieverbrauch Dampf} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \right] = (\text{Zählerstand}_{\text{neu}} - \text{Zählerstand}_{\text{alt}}) \left[\text{m}^3 \right] \times \text{spezifischem Energieinhalt} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \right]$$

Formel: Berechnung des Energieverbrauchs bei Dampf (Ergebnis in kWh)

$$\text{Energieverbrauch Gas} = (\text{Zählerstand}_{\text{neu}} - \text{Zählerstand}_{\text{alt}}) \times \text{Zustandszahl} \times \text{Brennwert}$$

[kWh] = [m³] x [-] x [kWh/m³]

Formel: Berechnung des Energieverbrauchs bei Gas (Ergebnis in kWh)

$$\text{Energieverbrauch Öl} = ((\text{Tankinhalt}_{\text{alt}} - \text{Tankinhalt}_{\text{neu}}) + \text{gelieferte Ölmengen}) \times \text{Heizwert}$$

[kWh] = [l] x [kWh/l]

Formel: Berechnung des Energieverbrauchs bei Öl (Ergebnis in kWh)

Wird Ihr Gebäude mit **Gas** beheizt, so können Sie am Zähler lediglich das Gasvolumen ablesen, das durch den Zähler geflossen ist.

Den Energieverbrauch für Ihr Gebäude berechnen sie folgendermaßen: Die Differenz zwischen zwei Zählerablesungen wird mit dem aktuellen Brennwert des Gases und der Zustandszahl multipliziert. Sowohl den Brennwert (= H_s) als auch die Zustandszahl finden Sie auf der Rechnung des Energieversorgers separat aufgeführt (siehe Kapitel 1, Anlage E).

Der typische Brennwert für das in Frankfurt verwendete Erdgas beträgt rd. 10,7 kWh/m³. Die Zustandszahl liegt im Jahresdurchschnitt bei etwa 1.

Tipp:

Lassen Sie sich vom liegenschaftsverwaltenden Amt immer eine Kopie der Rechnung aushändigen. Nur so können Sie den aktuellen Brennwert, die Zustandszahl und damit auch die Verbräuche nachvollziehen.

Bei Ölheizungen gestaltet sich die Berechnung des Energieverbrauchs etwas komplizierter. Zunächst muss der Ölverbrauch ermittelt werden. Bei einigen Anlagen, die einen Ölmengenzähler besitzen, können sie den Ölverbrauch direkt dort ablesen.

Bei den meisten Anlagen kann jedoch nur der Tankinhalt abgelesen werden: entweder durch ein Schauglas oder einen außen angebrachten Pegelstand.

Den Ölverbrauch berechnen Sie, indem Sie die Differenz zwischen dem aktuellen und

dem Pegelstand bei der letzten Abrechnung bilden. Aber Achtung! Ist in der Zwischenzeit eine Öllieferung erfolgt, muss die gelieferte Menge berücksichtigt werden.

Wurde der Tank zwischen den Ablesungen nicht aufgefüllt, bleibt nur die Differenz der beiden Pegelstände. Wurde seit der letzten Ablesung Öl geliefert, so kann es sein, dass bei der aktuellen Ablesung mehr Öl im Tank ist als das letzte Mal.

Wenn Sie den Ölverbrauch für Ihre Liegenschaft berechnet oder abgelesen haben, können Sie den dazu gehörigen Energieverbrauch ermitteln. Dazu benötigen sie den Heizwert des Heizöls. Dieser Wert wird mit dem Ölverbrauch multipliziert. Der Energieverbrauch berechnet sich dann folgendermaßen:

In der Regel wird Heizöl Typ EL verwendet, das einen Heizwert von ca. 10 kWh/l besitzt.

Wenn in Ihrem Gebäude anderes Heizöl verwendet wird, oder wenn Sie den Heizwert ganz genau wissen wollen, so besorgen Sie sich eine Rechnungskopie. Dort ist der Heizwert des gelieferten Öls (in MJ/kg Öl) und die Dichte des Öls (in kg/l) angegeben. Da ein Joule (J) einer Wattsekunde (Ws) entspricht, berechnet sich der gewünschte Heizwert wie folgt:

$$\text{Heizwert} = \text{Heizwert} \times \text{Dichte} / 3,6$$

[kWh/l] = [MJ/kg] x [kg/l] / 3,6

Formel: Berechnung des Heizwertes von 1 Liter Heizöl (Ergebnis in kWh/l)

Tipp:

Wenn Sie die Anlieferung von Heizöl nicht selber überwachen, lassen Sie sich Kopien der Lieferscheine oder Rechnungen aushändigen. Sie sind dann immer über den aktuellen Stand des Energieverbrauchs informiert.

2.1.2 Typen von Wärmeerzeugern

Um ein Gebäude zu beheizen, muss die Wärme entweder bezogen oder erzeugt werden.

Bei Fernwärme erfolgt die Wärmeerzeugung zentral in einem Heizkraft- oder Heizwerk. Von dieser Stelle wird die Wärme über ein Fernwärmenetz an einzelne Gebäude verteilt. Dort wird die Wärme meist über Wärmetauscher an das Heizungsnetz übergeben.

Um Wärme im Gebäude zu erzeugen, wird in den meisten Fällen Gas oder Öl verbrannt.

Der Verbrennung von Holz zur Wärmeerzeugung wird in den letzten Jahren wieder mehr Beachtung geschenkt. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff. Bei seiner Verbrennung wird nur soviel CO₂ freigesetzt, wie durch den Baum zuvor gebunden wurde. Daher kann mit der Verbrennung von Holz ein Beitrag zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes geleistet werden. Interessant ist eine Holzheizung vor allem dann, wenn das Holz günstig erworben und im Gebäude gelagert werden kann (Beispiel Forstämter). Inzwischen haben sich neben dem klassischen Scheitholz Holzhackschnitzel und sog. Pellets durchgesetzt. Hier kann die Zufuhr des Brennstoffes automatisch über Förderschnecken erfolgen.

Die Umwandlung von Gas oder Öl in Wärme erfolgt in Kesselanlagen unterschiedlicher Bauart.

Diese Kessel werden unterschieden nach:

- dem eingesetzten Brennstoff
- der Kesselgröße

- dem Kesselwerkstoff
- der Feuerungsart
- ihrer Regelung
- der Kesseltemperatur
- ihrer Abgasnutzung.

Unterscheidet man nach **Kesselgrößen**, so sind nicht die Abmessungen der Kessel sondern deren Heizleistungen gemeint. Kessel mit einer Leistung bis zu 50 kW werden als Kleinkessel, von 51 bis 500 kW als Mittelkessel bezeichnet. Bei Kesseln mit höherer Leistung spricht man von Großkesseln.

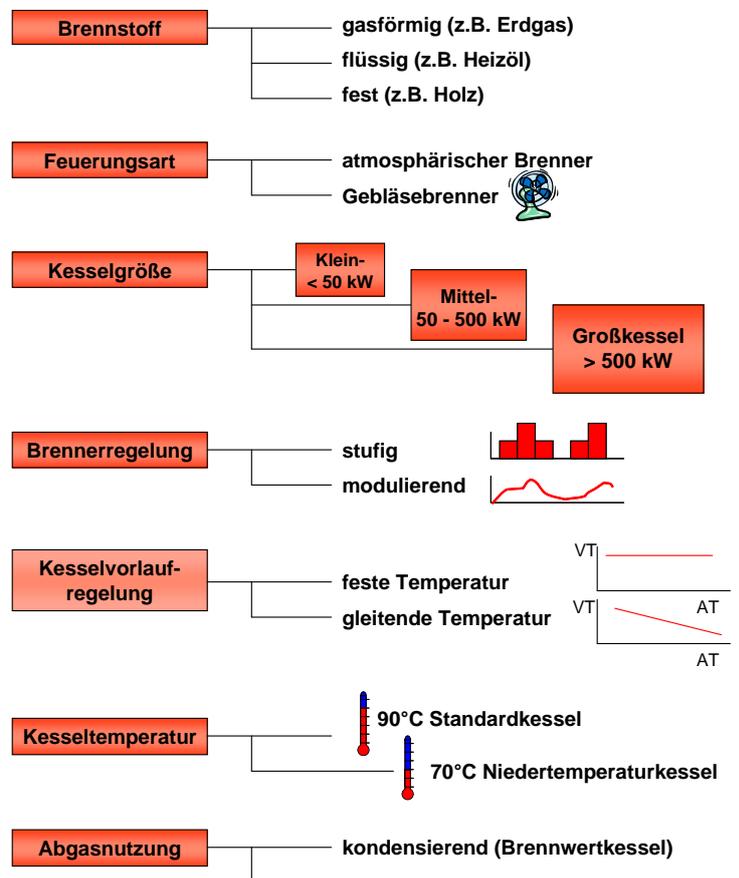


Abb. 2.1: Unterteilung von Kesseln

Unterscheidet man Heizkessel nach deren **Werkstoffen**, so sind als gebräuchlichste Kesselanlagen Stahlkessel in geschweißter Ausführung sowie Gusskessel zu nennen. Seit Einzug der Brennwerttechnik werden vermehrt auch Edelstahl- und Aluminiumkessel eingesetzt.

Bei den **Feuerungsarten** unterscheidet man atmosphärische Brenner und Gebläse-brenner. Bei Kesselleistungen über 250 kW kommen praktisch nur Gebläsebrenner zum Einsatz.

Nach dem aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG) sind in Neubauten oder bei Ersatz alter Anlagen nur noch Kesselanlagen zulässig, welche die Heizleistung dem erforderlichen Heizbedarf anpassen können (Regelung).

Bei vielen Bestands-Anlagen geschieht dies noch mit zweistufigen Brennern. Ist die Leistung des Brenners größer als die benötigte Heizleistung, wird in die kleinere Stufe geschaltet. Wird die benötigte Heizleistung noch geringer, schaltet der Brenner ab. Die Anpassung an die tatsächlich benötigte Heizleistung erfolgt dann über das Ein- und Ausschalten des Brenners.

Bei moderneren Anlagen werden die Brenner **modulierend** gefahren. Das heißt, die Gas- und Luftzufuhr sowie die daraus resultierende Heizleistung werden ständig an die tatsächlich benötigte Heizleistung angepasst. Der Brenner muss also nicht dauernd ein- und ausgeschaltet werden. Mit diesem Betrieb lassen sich Verluste der Kesselanlage deutlich verringern.

Ein weiteres Unterscheidungskriterium ist die **Kesseltemperatur**. Ältere Anlagen wurden häufig auf eine Vorlauftemperatur von 90°C oder sogar 110°C ausgelegt. Bei neuen Heizungsanlagen werden Nieder-temperatur-Kessel eingesetzt. Diese haben eine Vorlauftemperatur von maximal 75°C, die in Abhängigkeit zur Außentemperatur abgesenkt wird.

Dabei sind die Anforderungen der Kesselhersteller an den Mindestwert der Rücklauftemperatur zu beachten, sonst kann es zu Korrosion an den Kesseln kommen.

Bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern (z.B. Gas, Öl, Kohle, Holz) enthalten die Abgase immer einen Teil Wasserdampf.

In normalen Kesselanlagen wird die Energie dieses Wasserdampfes nicht genutzt. Im Gegenteil: um Korrosion am Kessel und eine Versottung des Schornsteins zu verhindern, ist diese Nutzung sogar unerwünscht.

Bei Kesseln mit Brennwerttechnik wird das Abgas so weit abgekühlt, dass der Wasserdampf in den Abgasen kondensiert. Durch die Kondensation wird ein Energiegewinn von ca. 10 % im Vergleich zu einem normalen Kessel erreicht. Diese effektivere Energieausnutzung ist, neben der damit verbundenen Kostenersparnis, der Hauptgrund für den zunehmenden Einsatz der Brennwerttechnik in den letzten Jahren.

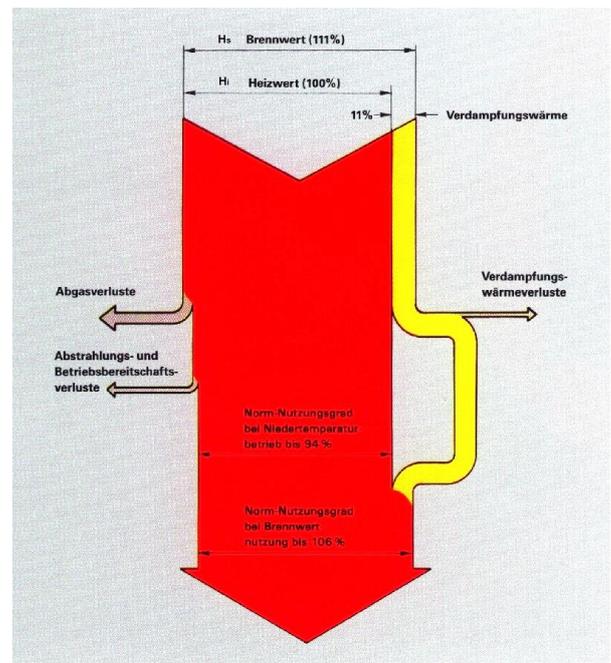


Abb. 2.2: Unterscheidung von Heizwert und Brennwert [Quelle: Viessmann]

Die Kondensation des Wasserdampfes kann aber nur erreicht werden, wenn die Rücklauftemperatur der Heizanlage relativ niedrig ist. Bei Gasfeuerungen beträgt die Höchsttemperatur des Rücklaufes 55°C. Bei Rücklauftemperaturen unter 30°C ist der Effekt am größten.

An dieser Stelle lässt sich der Unterschied zwischen Brennwert (H_s alt H_o) und Heizwert (H_i alt H_u) eines Brennstoffs gut erklären. Die beiden Begriffe werden oft verwechselt.

$$\text{Kesselwirkungsgrad} = \frac{\text{erzeugte Nutzenergie}}{\text{eingesetzte Brennstoffenergie}}$$

[%] = [kWh] / [kWh]

Formel: Berechnung Kesselwirkungsgrad (Ergebnis in %)

Der Heizwert eines Brennstoffs entspricht der Energie, die bei der vollständigen Verbrennung dieses Stoffs freigesetzt wird. Zur Ermittlung des Brennwertes wird zusätzlich die Energie berücksichtigt, die bei der Kondensation des Wasserdampfs frei wird. Der Brennwert von Erdgas liegt daher um ca. 11 % über dem Heizwert.

Der **Wirkungsgrad** von Kesseln wird immer auf den Heizwert bezogen und gibt das Verhältnis von abgegebener Wärmemenge zu Brennstoffeinsatz an.

Bei Brennwertkesseln, in denen die Energie des Wasserdampfs zusätzlich genutzt wird, können dementsprechend Wirkungsgrade von mehr als 100 % erreicht werden!

Hinweis:

Nach § 72 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) dürfen Öl- und Gas-Heizkessel die nach dem 01.01.1994 eingebaut wurden, nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betrieben werden. Ausgenommen hiervon sind Niedertemperatur- und Brennwertkessel. Ab dem 01.01.2024 dürfen neue Heizungen nur eingebaut werden, wenn sie 65 % erneuerbare Energien mit einbinden.

Bei der Erzeugung von Strom fällt in aller Regel auch Wärme an. Ausnahmen bilden die Windenergie und die solare Stromerzeugung. Diese Formen machen aber bis heute nur einen kleinen Teil der Stromproduktion aus. Kann die bei der Stromerzeugung entstehende Abwärme genutzt werden, steigt die Ausnutzung des eingesetzten Brennstoffs deutlich an.

Bei Kraftwerken, die in der Nähe von Städten oder Industrieanlagen liegen, kann die Abwärme mit einem Fern- oder Nahwärmenetz zu den Verbrauchern transportiert werden. Große Kraftwerke werden jedoch in der Regel nicht in dichtbesiedelten Gebieten gebaut. Ihre Abwärme wird daher meist ungenutzt über Kühltürme an die Umwelt abgegeben.

Eine Alternative können Blockheizkraftwerke (BHKW) sein. Diese „Kleinkraftwerke“ produzieren Strom und Wärme, die vor Ort genutzt werden können. Sinnvoll ist der Einsatz eines BHKW vor allem dann, wenn Strom und Wärme in ausreichendem Maße, zur gleichen Zeit und relativ gleichmäßig über das Jahr verteilt benötigt werden (z.B. hoher Warmwasserbedarf, Schwimmbad). Für die Wirtschaftlichkeit eines BHKW ist es maßgeblich, wie viele Stunden im Jahr die Wärme und der gleichzeitig erzeugte Strom genutzt werden können.

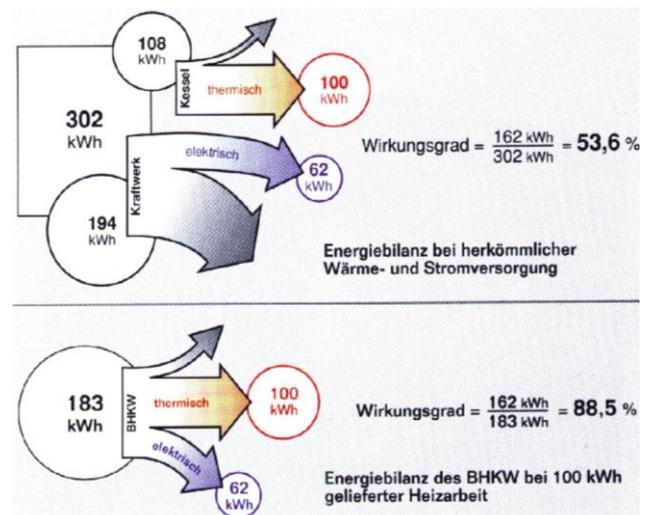


Abb. 2.3: Wirkungsgrad eines BHKW im Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom und Wärme [Quelle: Buderus]

Die häufigste Form des BHKW hat einen gasbetriebenen Motor, der über einen Generator Strom erzeugt. Dieser wird dann zusätzlich zum Strom aus dem öffentlichen Netz im Gebäude genutzt. Die Abwärme des Motors wird wie bei einem Automotor an das Kühlwasser abgegeben, das mit 80°C oder 90°C warm genug ist, um ein Gebäude zu beheizen.

Meistens werden mit einem BHKW ein Großteil der Wärmearbeit, aber nur 25 bis 30 % der maximalen Wärmeleistung eines

Gebäudes gedeckt. Diese Grundlast macht aber in der Regel einen hohen Anteil an der Wärmearbeit eines Jahres aus.

Für die Spitzenlast müssen immer noch Heizkessel oder Fernwärme bereitstehen.

Der elektrische Wirkungsgrad eines BHKW liegt in der Regel unter den Werten großer Kraftwerke. Da aber die Abwärme des BHKW genutzt werden kann, liegt der Gesamtwirkungsgrad mit bis zu 90 % des eingesetzten Brennstoffs deutlich höher.

Hindernisse für die weitere Verbreitung von BHKW sind die relativ hohen Investitionen und die beschränkten Einsatzmöglichkeiten, wenn nur wenige Monate im Jahr Wärme benötigt wird.

In kleinen Gebäuden wurden in den letzten Jahren vermehrt so genannte Thermen installiert. Dabei handelt es sich um an der Wand montierte Einheiten, die zur Erzeugung von Wärme und Trinkwarmwasser eingesetzt werden.

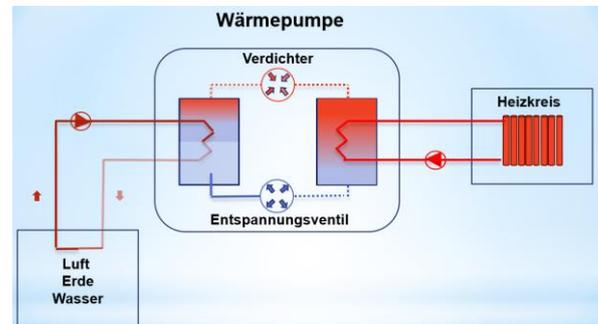
Die typische Leistung dieser Thermen liegt im Bereich von ca. 9 - 28 kW. Mittlerweile sind aber auch Geräte bis 150 kW verfügbar. Bei gut gedämmten Gebäuden ist damit ein Einsatz bis zu einer Fläche von etwa 10.000 m² denkbar.

Zukünftig werden Wärmepumpen neben der Fernwärme eine größere Rolle spielen.

Mit einer Wärmepumpe ist es möglich, Wärmeenergie aus der Umwelt zu gewinnen. Das Funktionsprinzip einer Wärmepumpe gleicht in etwa dem eines Kühlschranks. Die drei gängigen Energiequellen für eine Wärmepumpe sind Luft, Erde und Wasser.

Je nach Energiequelle wird die darin enthaltene Umweltwärme dazu genutzt, um ein Kältemittel zu erwärmen. Das Kältemittel nimmt die Umweltwärme auf und verdampft. Da die Temperatur des Kältemitteldampfs nicht reicht, um ein Gebäude zu beheizen, wird der Dampf mithilfe eines mit Strom angetriebenen Verdichters komprimiert. Dabei steigen Druck und Temperatur. Über einen Wärmetauscher wird die Temperatur auf das Heizwasser übertragen. Nach der Abgabe kühlt das Kältemittel ab, steht aber

noch unter Druck und es wird durch ein Entspannungsventil geleitet, somit kann der Verdichtungsprozess wiederholt werden.



Schematische Funktionsweise Wärmepumpe

2.1.3 Vollbenutzungsstunden und deren Bedeutung

Für die Berechnung der Vollbenutzungsstunden ihrer Heizanlage benötigen Sie den Heizenergieverbrauch Ihrer Liegenschaft für ein Jahr und die installierte Wärmeleistung.

Den Energieverbrauch Ihres Gebäudes kennen Sie aus den Ablesungen der Zähler und der entsprechenden Auswertung. Es fehlt also noch die Heizleistung, die in Ihrem Gebäude installiert oder vertraglich mit dem Energieversorger festgelegt ist.

Bei Fernwärme finden Sie diese Angaben im Versorgungsvertrag oder auf der Abrechnung Ihres Fernwärmeversorgers.

Bei Gas- und Ölkesseln können Sie diese Angaben auf dem Typenschild des Kessels bzw. Brenners oder in den technischen Unterlagen finden. Dabei ist aber Vorsicht geboten. Auf den Typenschildern sind oft die maximal möglichen Leistungen eingetragen; die Anlage kann aber anders eingestellt sein.

Tipp:

Fragen Sie bei der nächsten Kessel- bzw. Brennerwartung den Kundendiensttechniker. Prüfen Sie das Wartungsprotokoll sowie das Protokoll des Schornsteinfegers. Erst mit der Summe aller Wärmeleistungen erhalten Sie die insgesamt installierte Heizleistung in Ihrem Gebäude.

Vollbenutzungsstunden = Heizenergieverbrauch pro Jahr / installierte Wärmeleistung
[h/a] = [kWh/a] / [kW]

Formel: Berechnung der Vollbenutzungsstunden (Ergebnis in Stunden/Jahr)

Jetzt können Sie die Zahl der Vollbenutzungsstunden bestimmen. Teilen Sie dazu den jährlichen Heizenergieverbrauch durch die insgesamt installierte Heizleistung. Die berechnete Zahl nennt Ihnen die Stunden, die Ihre Heizungsanlage mit Volllast laufen müsste, um den Heizenergieverbrauch Ihrer Liegenschaft für ein Jahr „am Stück“ zu erzeugen.

Was kann diese Zahl aussagen?

Bei einer geringen Zahl von Vollbenutzungsstunden sind Ihre Kessel wahrscheinlich zu groß dimensioniert, oder der Fernwärmeanschlusswert ist zu hoch. Bei einer sehr großen Anzahl von Vollbenutzungsstunden sind wahrscheinlich die Verluste sehr hoch und die Nutzung der Heizungsanlage nicht optimal.

Die Zahl der typischen Vollbenutzungsstunden ist abhängig von der Art und Nutzung des Gebäudes (siehe Tab. 2.1).

Gebäudeart	Vollbenutzungsstunden [h/a]
Einfamilienhaus	1.500 - 2.100
Mehrfamilienhaus	1.600 - 2.000
Bürogebäude	1.400 - 1.900
Krankenhäuser	1.900 - 2.500
Schule Vormittags-Unterricht	1.100 - 1.400
Schule Ganztags-Unterricht	1.300 - 1.500

Tab. 2.1: Vollbenutzungsstunden für verschiedene Gebäudenutzungen

Wenn in Ihrem Gebäude die Anzahl der Vollbenutzungsstunden von den oben aufgeführten Werten deutlich abweicht, ist dies Anlass, sich näher mit der Dimensionierung der Kesselanlage oder mit

dem Fernwärmeanschlusswert auseinanderzusetzen.

Eventuell lässt sich in diesem Fall die Anschlussleistung verringern (siehe auch Kapitel 2.4.5).

2.1.4 Aufteilung von Heizkreisen

In fast allen größeren Gebäuden ist die Heizungsanlage in mehrere Heizkreise aufgeteilt. Diese Aufteilung sollte idealerweise so gewählt sein, dass an den einzelnen Heizkreisen Bereiche ähnlicher Nutzung angeschlossen sind.

So brauchen beispielsweise Lüftungsanlagen auch bei relativ hohen Außentemperaturen in der Regel höhere Vorlauftemperaturen als statische Heizflächen. Daher sollten Klima- und Lüftungsanlagen nicht mit Heizkörpern in einem Heizkreis zusammengefasst werden.

Bei Gebäuden mit unterschiedlicher Nutzung ist es wichtig, dass Räume die zu unterschiedlichen Zeiten genutzt werden, an verschiedene Heizkreise angeschlossen sind.

Beispiel: In einer Schule sind Unterrichtsräume, die nur bis zum Mittag genutzt werden, zusammen mit einer Sporthalle in einem Heizkreis geschaltet. In diesem Fall werden die Unterrichtsräume auch außerhalb ihrer Nutzung beheizt, weil die Sporthalle nachmittags und abends, eventuell sogar in den Ferien von Sportvereinen genutzt wird. Der Wärmeverbrauch in den Klassenräumen kann dadurch um bis zu 30 % zu hoch liegen!

Tipp:

Wenn in Ihrem Gebäude eine entsprechende Aufteilung vorhanden ist, prüfen Sie, ob die Stränge gemäß ihrer Nutzung separat geregelt werden.

2.1.5 Arten der Trinkwassererwärmung und Legionellenprophylaxe

In vielen Gebäuden wird Warmwasser an Waschtischen, Duschanlagen und weiteren Zapfstellen, beispielsweise für Reinigungszwecke, zur Verfügung gestellt. Dabei ist zu unterscheiden, ob das Warmwasser zentral oder örtlich erzeugt wird.

Zunehmend rückt hier die Trinkwasserhygiene und besonders die Legionellenprophylaxe in den Vordergrund.

Grundsätzlich gilt:

Hygienische und gesundheitliche Anforderungen stehen vor Energieeinsparungszielen!

Nach dem Arbeitsblatt W 551 und der twin – Information Nr. 09 (Hygienisch sicherer Betrieb) der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW) lautet der Grundsatz, dass das warme Trinkwasser nach vollständigem Öffnen der Entnahmearmatur nach 30 Sekunden nicht kälter als 55°C sein darf.

Bei lokaler Erzeugung kommen meistens kleine Durchlauferhitzer oder Untertischspeicher zum Einsatz, die das Wasser elektrisch aufheizen.

Diese sollten auch mit Temperaturen von min. 55°C betrieben werden. Außerdem ist in öffentlichen Gebäuden nach DIN EN 806 Teil 2 am Auslauf z.B. mit einer thermostatischen Mischarmatur der Verbrühschutz zu gewährleisten (< 43°C in Kindergärten und Pflegeheimen max. 38°C).

Tipp:

Wer Kosten und Energie sparen will, sollte auf Warmwasser an den Handwaschbecken verzichten und Kleinstspeicher inklusive nicht mehr erforderlicher Leitungssteile und Armaturen zurückbauen lassen.

In vielen Gebäuden wird das Trinkwasser zentral erwärmt. Dazu sind meist größere Speicher in der Nähe der Kesselanlage aufgestellt. Der Vorteil dieser Anlagen liegt darin, dass die Warmwassererzeugung mit Heizenergie geschieht. Dies ist zum einen kostengünstiger, zum anderen verursacht es

einen deutlich geringeren Primärenergiebedarf.

Der Nachteil dieser Variante ist, dass ein Heizkessel auch außerhalb der Heizperiode in Betrieb bleiben muss. Die Verluste dieses Heizkessels und der Verteilung können den Vorteil der zentralen Trinkwarmwasserbereitung sogar übertreffen.

Hinweis:

Eine Abschaltung oder eine Absenkung der Temperaturen der Warmwasserbereitung, auch während Ferienzeit, ist ohne Abstimmung mit Ihrem Objektmanagement nicht zulässig.

Achten Sie darauf, dass die Speichertemperatur am Warmwasseraustritt des Trinkwassererwärmers mindestens 60°C und am Warmwassereintritt der Zirkulationsleitung mindestens 55°C beträgt.

Eine präventive Erhöhung der Speichertemperaturen bei bestehenden Systemen ohne Legionellenbefunde kann zu erhöhten Temperaturen im Kaltwassernetz führen, was dort zu einer Vermehrung der Legionellen beiträgt (siehe DST-Hinweis 3.4¹). Die technischen Regeln zur Verminderung des Legionellenwachstums wurden in den DVGW-Arbeitsblättern W 551 und W 553 herausgegeben. Dort wird eine Austrittstemperatur von 60°C am Speicher mit einer zulässigen Abweichung von 5 K im Zirkulationssystem gefordert.

Tipp:

Unabhängig von der Art der Trinkwassererwärmung, achten Sie auf eine regelmäßige Inspektion, Wartung und Reinigung der Trinkwasseranlagen und Warmwasserbereiter. Auch sollten Sie gemeinsam mit den anderen Nutzern des Gebäudes überlegen, ob Warmwasser wirklich an allen derzeit vorhandenen Zapfstellen erforderlich ist und lassen Sie nicht mehr benötigte Anlagenteile, Leitungen und Armaturen zurückbauen.

¹http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/kommunales_energiemanagement_3_4.pdf

Die Verteilung des Trinkwassers muss an zentralen Punkten der Installation gekennzeichnet werden (z.B. durch Schilder oder Aufkleber). Dabei kommen folgende internationale Kurzzeichen zum Einsatz:

- PW: Trinkwasser**
(potable water)
- PWC: kaltes Trinkwasser**
(potable water cold)
- PWH: warmes Trinkwasser**
(potable water hot)
- PWH-C: Zirkulationsleitung**
(potable water hot - circulation)

Die Kurzzeichen werden bei kaltem Trinkwasser grün dargestellt, bei warmen Trinkwasser rot und bei Zirkulationsleitungen violett.

2.2 Grundlagen zur Bestimmung des Heizenergiebedarfs

Bei der Ermittlung des Wärmebedarfs müssen zwei Fälle unterschieden werden:

Zum einen der Wärmebedarf der erforderlich ist, um alle Räume auf die gewünschte

Temperatur zu heizen. Dieser Wert in kW gibt die Leistung an, die mit der Kesselanlage oder mit Fernwärme bereitgestellt werden muss, um das Gebäude auch am kältesten Tag zu beheizen.

Zum anderen der Jahresheizenergiebedarf in kWh pro Jahr. Dieser gibt die Wärmearbeit an, die im Laufe eines Jahres benötigt wird, damit das Gebäude genutzt werden kann.

Dabei werden neben den Verlusten auch Gewinne aus im Gebäude installierten Geräten und Beleuchtung sowie Personen und solarer Einstrahlung berücksichtigt.

2.2.1 Verteilung der Verluste

Wie groß die Wärmeverluste in einem Gebäude sind, hängt stark vom Zustand des Gebäudes und der technischen Anlagen ab. Geht man davon aus, dass optimal gelüftet wird und die Raumtemperaturen richtig eingestellt sind, ergibt sich für ein Verwaltungsgebäude ungefähr das Bild, wie in Abb. 2.4 dargestellt.

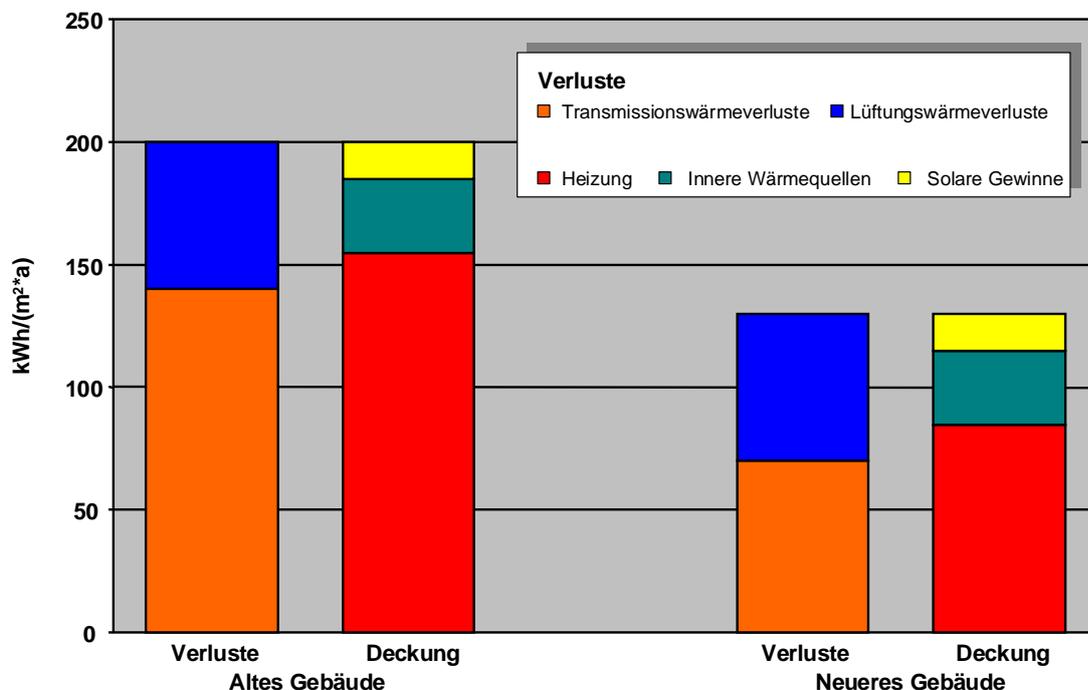


Abb. 2.4: Transmissions- und Lüftungswärmeverluste und deren Deckung - Vergleich eines älteren mit einem neueren Gebäude

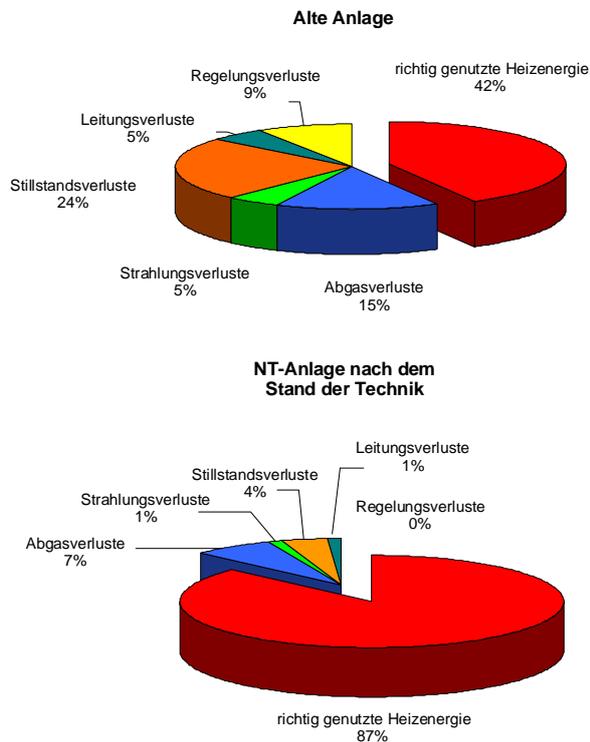


Abb. 2.5: Richtig genutzte Heizenergie und Verluste
 - Vergleich einer alten Anlage mit einer modernen NT-Anlage

Darüber hinaus ist es aber interessant, wie viel Energie tatsächlich eingesetzt wird und wie viel verloren geht, um diese Räume zu beheizen. Dabei bestehen große Unterschiede, je nachdem ob die Wärme mit einer alten oder neuen Heizungsanlage erzeugt und verteilt wird (siehe Abb. 2.5).

2.2.2 Transmissionswärmeverluste

Wärmeverluste durch Transmission entstehen durch Wärmeabgabe über die Außenflächen eines Gebäudes an die Umgebung. Sobald die Außentemperatur niedriger ist als die Raumtemperatur, geht Wärme vom Raum an die Umgebung verloren. Diese Verluste werden auch als Transmissionswärmeverlust bezeichnet.

Wie groß diese Verluste sind, hängt von der Größe der Außenflächen, dem Temperaturunterschied zwischen Raum- und Außentemperatur sowie der Wärmedämmung der Außenflächen ab. Die Größe der Außenflächen ist durch die Architektur Ihres Gebäudes vorgegeben.

Konstruktionsaufbau	Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m*K)]	U-Wert der Konstruktion [W/(m ² *K)]
Einschalige homogene Außenwand, beidseitig verputzt (innen 1,5 cm, außen 2,5 cm), Mauerstärke 36,5 cm	Mauer 0,5	1,06
Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem Mauerstärke 36,5 cm Dämmstoffdicke 18 cm	Mauer 0,5 Dämmstoff 0,035	0,18
Stahlbetonwand mit Dämmung, 4 cm Luftschicht und 11,5 cm Sichtziegel-Verblendschale Beton 20 cm Dämmstoffdicke 8 cm	Beton 2,1 Dämmstoff 0,035	0,30
Stahlbetondecke ohne Dämmung mit Dichtungsbahn Betonstärke 16 cm	Beton 2,1	2,90
Stahlbetondecke mit Dämmung Betonstärke 16 cm Dämmstoffdicke 26 cm	Beton 2,1 Dämmstoff 0,035	0,14
Außenfenster, Einfachverglasung, ungedämmter Rahmen		5,20
Außenfenster, Isolierglas, Scheibenzwischenraum zwischen 6 und 8 mm, Rahmen aus Holz oder Kunststoff		2,90

Wärmeschutzglas, Scheibenzwischenraum 15 mm, Rahmen aus Holz oder Kunststoff (Vegla climaplus 1,3)		1,30
Wärmeschutzglas, 3 Scheiben 4 mm, Scheibenzwischenraum 8 mm, Rahmen aus Holz oder Kunststoff (Consafis - plus neutral 0,4)		0,50

Tab. 2.2: Wärmedurchgangskoeffizient U für verschiedene Materialien oder Bauteile

Die Unterschiede von Raum- zu Außentemperatur können natürlich nicht für jeden einzelnen Tag ermittelt werden. Deshalb wird zur Berechnung des Transmissionswärmeverlustes eine Norm-Außentemperatur angenommen.

Diese Temperatur entspricht dem niedrigsten Zwei-Tage-Mittelwert, der zwischen 1951 und 1970 zehnmal erreicht oder unterschritten wurde.

Für Frankfurt wird mit einer Norm-Außentemperatur von -12°C gerechnet. Bei einem Büroraum mit 20°C Raumtemperatur ergibt sich eine Temperaturdifferenz von 32 Grad Kelvin (kurz 32 K).

Der Wärmewiderstand wird mit Hilfe des Wärmedurchgangskoeffizienten U berücksichtigt. Bei gut gedämmten Bauteilen ist dieser Koeffizient klein. Der Transmissionswärmeverlust Q berechnet sich dann nach der vorstehenden Formel.

Der Faktor ergibt sich bei einer Raumtemperatur von 20°C und der Gradtagzahl für Frankfurt am Main zu 81 kWh/a (kilo-Kelvin-Stunden pro Jahr).

Für ein altes Fenster von 1 m x 1 m eines Büroraums mit 20°C Innentemperatur beträgt der Transmissionswärmeverlust beispielsweise:

$$Q = 1 \text{ m}^2 \times 2,9 \text{ W/K m}^2 \times 81 \text{ kWh/a} = 234 \text{ kWh/a}$$

Für eine überschlägige Berechnung des Jahresheizenergiebedarfs können Sie das **Arbeitsblatt 2** im Anhang verwenden.

2.2.3 Lüftungswärmeverluste

Menschen benötigen ausreichend Frischluft, damit sie in geschlossenen Räumen arbeiten können. Im Winter muss diese Frischluft auf Raumtemperatur erwärmt werden. Es entsteht also ein Wärmeverlust, der als Lüftungswärmeverlust bezeichnet wird.

Lüftet man über die Fenster, so wird die Frischluft meist über die im Raum installierten Heizkörper auf Raumtemperatur erwärmt. Wenn eine Lüftungsanlage die Frischluft fördert, wird die Luft meist mit einem Heizregister im Lüftungsgerät auf die notwendige Temperatur erwärmt.

Wie groß der Lüftungswärmebedarf ist, hängt zum einen von der Außentemperatur, zum anderen von dem Luftvolumenstrom ab, der erwärmt werden muss.

Je kleiner der Luftvolumenstrom, desto kleiner auch die Lüftungswärmeverluste. Daher ist es wichtig, im Winter nur soviel kalte Außenluft in das Gebäude zu lassen, wie für die darin arbeitenden Menschen notwendig ist.

Sonderfälle durch besondere Schadstoffemissionen sollen in den weiteren Betrachtungen nicht berücksichtigt werden.

$$\text{Transmissionswärmeverlust [kWh/a]} = \text{Außenfläche [m}^2\text{]} \times \text{U-Wert [W/m}^2\text{-K]} \times \text{Faktor [kKh/a]}$$

Formel: Berechnung des Transmissionswärmeverlustes (Ergebnis in W)

Dies wäre dann wichtig, wenn im Raum besondere Schadstoffquellen (wie beispielsweise in Chemieräumen von Schulen) vorhanden sind.

Der Außenluftanteil ist auf das notwendige Maß zu beschränken. Dabei wird angegeben, wie viel Luft je Person benötigt wird. Nach DIN EN 16798 ist in der Kategorie II (normales Maß an Erwartungen; empfohlen für neue und renovierte Gebäude) eine Luftmenge von **7 l/s/Pers** (25 m³/h/Pers) erforderlich.

Eine genaue Einhaltung dieser Werte ist nur dann möglich, wenn die Luft mit einer mechanischen Lüftungsanlage zugeführt wird.

Tipp:

Wenn Räume in Ihrem Gebäude mit einer Lüftungsanlage belüftet werden, prüfen Sie doch einmal die Zahl der Personen, die sich maximal in diesen Räumen aufhalten. Multiplizieren Sie diesen Wert mit der erforderlichen Luftmenge. Ist dieser Wert kleiner als der Wert in den technischen Unterlagen oder auf dem Typenschild Ihrer Anlage, sollten Sie gemeinsam mit der Abteilung Energiemanagement prüfen, ob die Anlage mit weniger Außenluft betrieben werden kann.

Wenn Räume über Fenster belüftet werden, ist es schwieriger, den Räumen die richtige Frischluftmenge zuzuführen. Zur Orientierung gilt für Klassen- und Unterrichtsräume: Drei Minuten Lüften pro Stunde bei vollständig geöffneten Fenstern reicht zur Frischluftzufuhr völlig aus.

Die Verluste beim falschen Lüften sind oftmals der Grund für die größten Energieverluste in Gebäuden. Wie Sie die vermeiden können, ist in Kapitel 2.3.3 noch genauer beschrieben.

Die Lüftungswärmeverluste lassen sich mit einer einfachen Formel berechnen.

Der Faktor ist wieder 81 kWh/a und der spezifische Energieinhalt von Luft beträgt 0,33 Wh/m³K.

Wenn beispielsweise eine Lüftungsanlage 2.500 m³/h Luft in einen Raum fördert der 20°C warm ist ergeben sich folgende Lüftungswärmeverluste:

$$Q = 2.500 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,33 \text{ Wh/m}^3\text{K} \times 81 \text{ kWh/a} \\ = 66.825 \text{ kWh/a}$$

Wenn Ihr Gebäude nur über Fenster belüftet wird, muss der Außenluftvolumenstrom noch berechnet werden. Man geht im Allgemeinen davon aus, dass das Luftvolumen in einem Gebäude etwa 0,5-mal pro Stunde ausgetauscht wird. Bei einem Gebäude mit einer Nettogrundfläche von 2.000 m² und einer Raumhöhe von 2,5 m ergibt sich ein Volumen von 5.000 m³. Bei einem 0,5-fachen Luftwechsel müssten also pro Stunde 2.500 m³ Außenluft in das Gebäude strömen und erwärmt werden. Der Lüftungswärmeverlust ergibt sich dann wie im oberen Beispiel.

Außer der notwendigen Frischluft zum Leben und Arbeiten gelangt auch noch andere Luft in die Gebäude, obwohl sie nicht benötigt wird.

Ein Gebäude ist niemals völlig dicht. An verschiedenen Stellen tritt Luft in das Gebäude ein. Neben den Fenstern sind das vor allem Türen sowie Spalten und Risse in der Gebäudehülle.

Türen nach außen sollten immer geschlossen sein, wenn sie nicht gerade benutzt werden.

$$\text{Lüftungswärmeverlust} = \text{stündlicher Luftvolumenstrom} \times \text{spez. Energieinhalt Luft} \times \text{Faktor} \\ [\text{kWh/a}] = [\text{m}^3/\text{h}] \times [\text{kWh/m}^3 \cdot \text{K}] \times [\text{kWh/a}]$$

Formel: Berechnung des Lüftungswärmeverlustes (Ergebnis in kWh)

Tipp:

Achten Sie darauf, ob Türen mit Keilen, Klinken oder Offenhaltern am Türrahmen geöffnet sind, auch wenn sie nicht genutzt werden. Sorgen Sie dafür, dass alle Türen wieder schließen, wenn jemand durchgegangen ist. Besonders bei Windfängen ist auf diese Maßnahmen zu achten. Wenn Türen dauernd geöffnet sind, kann auch der Einbau eines automatischen Schließers von Vorteil sein.

Viel Luft gelangt über Undichtigkeiten an Fenstern oder Außenwänden ins Gebäude.

Tipp:

Bei kleineren Rissen können Sie mit Dichtmasse ruhig selber Hand anlegen und diese abdichten. Bei größeren Rissen, verzogenen Fensterrahmen und Schäden an der Gebäudehülle sollten Sie eine Mitteilung an das liegenschaftsverwaltende Amt geben.

2.2.4 Gewinne durch Personen, Geräte und solare Einstrahlung

Neben den Wärmeverlusten gibt es so genannte innere Wärmequellen, die den Heizenergiebedarf verringern, da sie wie kleine Heizkörper wirken.

Zu diesen Wärmequellen gehören auch wir Menschen. Jeder von uns gibt bei normaler Tätigkeit etwa 70 W Heizleistung an den Raum ab, die nicht mehr über die Heizung erbracht werden muss. 30 Personen haben damit die Heizleistung von einem größeren Heizkörper.

Auch alle elektrisch betriebenen Geräte geben Wärme an die Räume ab, in denen sie stehen. Immer wenn die Geräte eingeschaltet sind, wirken sie wie eine Raumheizung. Genauso verhält es sich mit der Beleuchtung. In einem Büroraum kann dabei schon mal eine Leistung von 300 Watt aus Personen und Geräten entstehen.

Außerdem dringt über die Fenster Sonnenlicht in die Räume und erwärmt sie.

Dadurch verringert sich die benötigte Heizenergie aus Heizkörpern nochmals.

In den Wintermonaten sind diese solaren Gewinne meist relativ gering. Große Bedeutung haben sie dagegen im Frühjahr und Herbst. Für Räume, die nach Süden ausgerichtet sind, reicht die Strahlung der Sonne in diesen Zeiten meist aus, obwohl die Außentemperaturen niedriger sind als die Raumtemperatur.

Innere Wärmequellen und solare Strahlung helfen also, den Heizenergiebedarf zu verringern.

Im Sommer kann sich der Kostenvorteil wieder aufheben, wenn das Gebäude gekühlt wird. Dann wird Energie benötigt, um den Raum auf der gewünschten niedrigen Temperatur zu halten.

2.2.5 Verluste bei der Wärmeerzeugung

Bei der Wärmeerzeugung in Heizkesseln entstehen immer Verluste. Die Energie aus dem eingesetzten Brennstoff kann niemals vollständig an das Wasser abgegeben werden, mit dem die Räume beheizt werden.

Ein Teil der Wärme wird ungenutzt über das Abgas an die Umgebung abgegeben. Je höher die Abgastemperatur ist, um so höher sind auch die Abgasverluste. Wegen der unterschiedlichen Kessel- und Schornsteinbauarten kann die Abgastemperatur jedoch nicht beliebig gesenkt werden, ohne Schäden in Kauf nehmen zu müssen.

Bei Brennwertkesseln sind diese Verluste relativ klein, da die Abgastemperatur niedrig ist. Bei alten Kesseln können aber Werte von über 200°C erreicht werden. Die Abgasverluste erreichen dann Werte von bis zu 15 % des Heizenergiebedarfs.

Die Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (BImSchV) aus dem Jahre 1998 gibt Grenzwerte vor, die helfen sollen diese Verluste zu verringern. Für neue Kessel sind diese Grenzwerte sofort einzuhalten. Für alte Kessel waren Übergangsfristen genannt, innerhalb derer alte Kessel den neuen Bestimmungen entsprechen müssen.

Höchstzulässige Abgasverluste in % des Heizwertes von Öl- und Gas-Heizungsanlagen die errichtet sind				
Nenn-Wärmeleistung	bis 12/82	ab 01/83	ab 10/88	ab 01/98
über 4 bis 25 kW	15	14	12	11
über 25 bis 50 kW	14	13	11	10
über 50 kW	13	12	10	9

Tab. 2.4: Zulässige Abgasverluste nach 1. BImSchV § 11 ab 1.1.1998

Dazu wurde vom Schornsteinfeger eine Einstufungsmessung vorgenommen. Je nach Abweichung vom Grenzwert wird die Übergangsfrist festgelegt, wann der Kessel die neuen Grenzwerte einhalten muss.

Tipp:

Fragen Sie Ihren Schornsteinfeger nach dem Ergebnis der Einstufungsmessung. Danach können Sie sehen, wann in Ihrem Gebäude eventuell eine neue Kesselanlage eingebaut werden muss. Geben Sie einen entsprechenden Hinweis an das liegenschaftsverwaltende Amt oder das Amt für Bau und Immobilien.

Tipp:

Prüfen Sie, ob Ihre Kesselanlage nach § 72 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) ausgetauscht werden muss. Wenn ja, fragen Sie bei Ihrer Hausverwaltung nach, ob die Sanierung bereits in der Planung ist.

Da alle Übergangsfristen inzwischen abgelaufen sind, müssten alle in Ihrer Liegenschaft installierten Kesselanlagen die zulässigen Grenzwerte einhalten. Sollte dies nicht der Fall sein, informieren Sie bitte das für Sie zuständige Amt.

Bei Kesselanlagen mit einem Alter von über 10 Jahren kann es vorkommen, dass die Grenzwerte nicht eingehalten werden. Spätestens in fünf Jahren wäre dann eine Änderung der Anlage erforderlich.

Nach § 72 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) dürfen Öl- und Gas-Heizkessel die nach dem 01.01.1994 eingebaut wurden, nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betrieben werden.

Dies gilt nicht, wenn die vorhandenen Heizkessel Niedertemperatur-Heizkessel oder Brennwertkessel sind, sowie für heizungstechnische Anlagen, deren Nennwärmeleistung weniger als 4 Kilowatt oder mehr als 400 Kilowatt beträgt.

Weitere Verluste sind die Abstrahl- und Stillstandsverluste von Kesselanlagen. Die Abstrahlverluste können Sie kaum beeinflussen. Wenn die Dämmung des Kessels schlecht ist, sind diese Verluste groß. Ein Austausch der Kesseldämmung ist in der Regel jedoch nicht wirtschaftlich.

Wenn Sie die Heizleistung Ihres Gebäudes ungefähr kennen, sollte der Brenner auf diesen Wert eingestellt werden. Dabei ist eine Reserve zu beachten, um nach einer Nacht- oder Wochenendabsenkung das Gebäude in angemessener Zeit aufheizen zu können.

Tipp:

Fragen Sie den Wartungsmonteur bei der nächsten Brennerwartung nach der eingestellten Feuerungsleistung. Liegt diese über der benötigten Heizleistung, inklusive der Reserve, sollte der Brenner entsprechend angepasst werden.

Die Stillstandsverluste sind ebenfalls groß, wenn der Kessel in Ihrem Gebäude keine Abgasklappe hat. Diese verschließt automatisch die Abgasleitung, wenn der Kessel nicht in Betrieb ist. Damit wird verhindert, dass durch den Schornsteinzug ständig Luft durch den Kessel gezogen wird. Der Kessel kühlt nicht so schnell aus, und die Stillstandsverluste werden minimiert.

Tipp:

Wenn an Ihrem Kessel keine Abgasklappe installiert ist, fragen Sie bei der nächsten Wartung, ob diese nachgerüstet werden kann.

2.2.6 Verluste bei der Wärmespeicherung und -verteilung

Überall, wo Wärme gespeichert oder transportiert wird, geht Energie über die Außenflächen des Speicherbehälters oder der Rohrleitungen verloren. Wie bei der Gebäudedämmung sind diese Verluste umso größer, je schlechter die Dämmung ist.

Wärme wird vor allem für die Brauchwarmwassernutzung gespeichert. Dieses Thema wurde in Kapitel 2.1.5 bereits angesprochen.

Früher hatte dieses Thema eine größere Bedeutung. Sollten Wärmeerzeugung und Wärmenutzung zeitlich oder leistungsmäßig getrennt werden, wurden Speicher installiert.

Ein Beispiel sind Warmwasserheizungen, die mit Nachtspeicher betrieben wurden. Während der Nacht wurden die Speicher mit NT-Strom aufgeheizt und dann während des Tages entladen.

Heute spielt dieses Thema im Zusammenhang mit BHKW-Anlagen wieder eine wichtige Rolle. Ist ein Speicher installiert, kann das BHKW auch dann laufen, wenn keine Wärme benötigt wird. Die Wärme wird gespeichert und dann genutzt, wenn wieder ein Wärmebedarf vorliegt.

Größere Bedeutung in allen Gebäuden haben die Verluste bei der Wärmeverteilung. Selbst bei guter Dämmung geben Rohrleitungen und Armaturen Wärme ab. Dabei ist wieder die Qualität der Dämmung und die Wassertemperatur in den Rohrleitungen entscheidend. Sind die Rohrleitungen dann noch in Räumen verlegt, die eigentlich nicht beheizt werden müssen, handelt es sich um wirkliche Verluste.

Bei einer guten Dämmung sind diese Verluste relativ klein. Bei älteren Gebäuden sind die Rohrleitungen aber zum Teil sehr schlecht oder gar nicht gedämmt.

Nach § 71 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) müssen bei heizungstechnischen Anlagen ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Anlage 8 GEG, zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt werden.

Tipp:

Verfolgen Sie doch einmal die Rohrleitungen in Ihrem Gebäude. Sind Rohre nicht gedämmt? Dann machen Sie doch den Vorschlag, Rohrleitungen nachträglich zu dämmen. Achten Sie auch auf lose oder abgefallene Dämmelemente. Diese können Sie auch selbst wieder am Rohr befestigen.

2.3 Einsparpotential durch optimierte Nutzungsbedingungen

Einen großen Einfluss auf den Heizenergieverbrauch hat neben der Anlagentechnik die Nutzung des Gebäudes. Bei gleichartiger Nutzung kann über optimierte Nutzungsbedingungen ein erheblicher Anteil der eingesetzten Heizenergie eingespart werden.

Dabei kommen auf Sie und Ihre Kolleginnen und Kollegen wichtige Aufgaben zu.

2.3.1 Einfluss der Raumtemperatur

Je wärmer es in einem Raum ist, desto mehr Wärme gibt der Raum an die Umgebung ab. Die Transmissionswärmeverluste steigen. Auch die in den Raum strömende Frischluft muss stärker aufgeheizt werden. Dementsprechend steigen die Lüftungswärmeverluste.

Deshalb kommt der richtigen Raumtemperatur eine wichtige Bedeutung zu.

Liegt die Raumtemperatur beispielsweise anstatt bei 20°C bei 21°C, so entsteht ein zusätzlicher Heizbedarf von etwa 6 %. Bei einem Büroraum von etwa 20 m² und einem

spezifischen Wärmeverbrauch von 200 kWh/m²a ergibt sich bei einer Beheizung mit Fernwärme dadurch eine Erhöhung der Heizkosten von rund 20 €/Jahr.

Für die verschiedenen Nutzungen gibt es optimale Raumtemperaturen. Wenn geheizt werden muss, geht man bei überwiegend sitzender Tätigkeit im Allgemeinen von einer Raumtemperatur von 20°C aus. In Räumen, in denen körperlich schwer gearbeitet wird, ist eine niedrigere Raumtemperatur für den Menschen wesentlich angenehmer. Daher sollten die Raumtemperaturen in Turnhallen niedriger liegen als in Klassenräumen oder Büros.

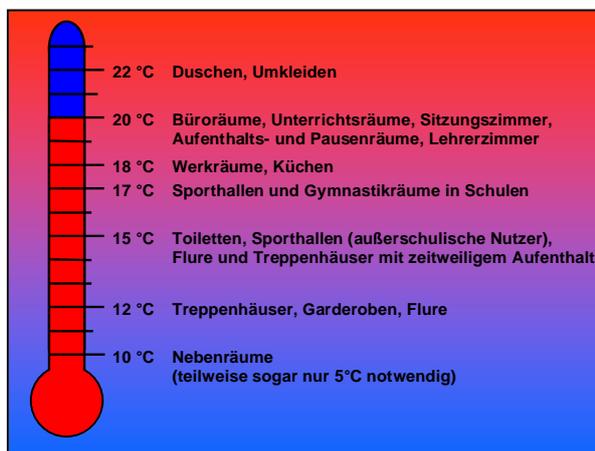


Abb. 2.6: Empfohlene Raumtemperaturen im Heizfall (aufgestellt und herausgegeben vom Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen AMEV)

Tipp:

Machen Sie einmal einen Rundgang mit dem Thermometer. Erwecken Sie aber bitte nicht den Eindruck, dass Sie Ihre Kollegen kontrollieren wollen. Es geht beim Energiesparen eher um das kollegiale Miteinander. Zeigen Sie die tatsächliche Raumtemperatur am Thermometer, weisen Sie auf die erforderliche Raumtemperatur hin und sprechen Sie über die Verluste, die bei zu hohen Raumtemperaturen entstehen. Sekundenthermometer können bis zu einem Zeitraum von 3 Monaten bei der Abteilung Energiemanagement des Amtes für Bau und Immobilien (Tel.: 212 – 31223/30590) ausgeliehen werden.

Dabei ist es zulässig, wenn bei Arbeitsbeginn die Raumtemperatur bis zu 1°C von der gewünschten Raumtemperatur abweicht (bei Schulen bis zu 3°C). Der Raum wird - wie in Kapitel 2.2.3 schon beschrieben - durch die Anwesenheit von Menschen innerhalb kurzer Zeit noch einmal leicht aufgeheizt. In der Regel sollten Sie aber davon ausgehen, dass die gewünschte Raumtemperatur zu Arbeitsbeginn erreicht ist.

Besonders beachten sollten Sie die Räume in Ihrem Gebäude, die nur selten genutzt werden. Oftmals bleiben diese Räume beheizt, obwohl nicht abzusehen ist, wann die nächste Nutzung stattfindet.

Tipp:

In selten genutzten Räumen sollte die Temperatur außerhalb der Nutzungszeit abgesenkt werden. Eine Temperatur von 12°C ist in der Regel ausreichend, um den Raum schnell wieder aufheizen zu können. Bei den meisten Thermostatventilen entspricht dies der Stellung 1.

Beispiel: Wenn Sie in selten genutzten Räumen die Temperatur absenken, können Sie etwa 5 % der notwendigen Heizenergie einsparen. Dies entspricht einem Betrag von bis zu 15 €/m² für einen normalen Büroraum.

2.3.2 Funktion von Thermostatventilen

Dem Thermostatventil kommt bei der Regelung der Raumtemperatur eine gewichtige Bedeutung zu. Inzwischen sind die meisten Räume, die mit Heizkörpern beheizt werden, mit Thermostatventilen ausgerüstet. Das Thermostatventil besteht aus dem eigentlichen Ventilkörper und dem Thermostatkopf, in dem Fühler, Regler, Sollwert-einsteller und Stellglied untergebracht sind.

Im Thermostatkopf befindet sich ein Wellrohr, das mit einer Flüssigkeit gefüllt ist. Wird es im Raum wärmer dehnt sich die Flüssigkeit aus und drückt auf den Ventilkegel. Das Ventil schließt sich und es fließt weniger Heizungswasser durch den

Heizkörper. Ist die eingestellte Raumtemperatur erreicht, hat sich die Flüssigkeit so weit ausgedehnt, dass das Ventil vollständig schließt.



Abb. 2.7: Zusammenhang zwischen Einstellung am Thermostatventil und Raumtemperatur [Danfoss]

Bei den meisten Thermostatventilen entspricht die Stellung 3 einer Raumtemperatur von 20°C. Das Ventil sorgt dafür, dass die eingestellte Raumtemperatur eingehalten wird. Heizt beispielsweise die Sonne den Raum auf, drosselt das Thermostatventil die Heizung, damit es im Raum nicht zu warm wird.

Um die Raumtemperatur richtig regeln zu können, muss das Thermostatventil sie auch richtig erfassen können. Das Fühlerelement darf daher nicht durch Vorhänge oder Möbel verdeckt sein. Auch der Einbau in engen Heizkörpernischen führt manchmal zu Fehlfunktionen.

Tipp:

Kontrollieren Sie in den Räumen Ihres Gebäudes, ob alle Thermostatventile die Raumtemperaturen tatsächlich messen können. Wenn dies nicht der Fall ist, regen Sie an, Vorhänge zurückzuziehen oder Möbel zu verschieben. Sollte dies gar nicht möglich sein, kann am Thermostatventil ein Fernfühler installiert werden. Da diese Maßnahme aber mit Kosten verbunden ist, sollte dies als letzte Möglichkeit in Betracht gezogen werden.

Während des Lüftens sollte das Thermostatventil auf die kleinste Stellung gedreht werden. Um den Raum danach auf die normale Temperatur aufzuheizen, reicht es aus, das Ventil wieder auf den normalen Wert zu stellen.

Häufig wird beim Aufheizen des Raumes das Ventil auf eine höhere als die Normalstellung aufgedreht. Der Raum wird dadurch

jedoch nicht schneller warm, da pro Zeiteinheit immer nur eine bestimmte Menge an Warmwasser den Heizkörper durchströmen kann. Die höhere Ventileinstellung bewirkt jedoch, dass für eine längere Zeit warmes Wasser den Heizkörper durchströmt. Das heißt, im Raum wird es wärmer als eigentlich gewünscht, der Raum wird überheizt. Oftmals „hilft“ dann nur noch die Abkühlung über ein geöffnetes Fenster. Diese Form der „Heizungsregelung“ hat sehr hohe Lüftungsverluste zur Folge.

Tipp:

Sprechen Sie mit Ihren Kolleginnen und Kollegen doch einmal über die Funktionen eines Thermostatventils.

Eine Möglichkeit, die Nutzung von Thermostatventilen zu verbessern, sind Begrenzungsstifte. Diese können an den meisten Thermostatventilen angebracht werden und verhindern ein unbeabsichtigtes Verstellen der eingestellten Temperatur nach oben. Nach unten lässt sich das Thermostatventil natürlich weiterhin regeln.

Tipp:

Kontrollieren Sie, ob an allen Thermostatventilen entsprechende Begrenzungsstifte angebracht sind. Wenn nicht, rüsten Sie diese wenn möglich nach.

Bei Thermostatventilen gibt es so genannte „Behördenmodelle“, bei denen die einmal eingestellte Temperaturbegrenzung nur mit einem speziellen Werkzeug verändert werden kann. Ihr Einsatz ist besonders an solchen Stellen sinnvoll, an denen die Nutzerinnen und Nutzer des Hauses die Einstellung verändern können.

2.3.3 Optimiertes Lüftungsverhalten

In Kapitel 2.2.2 sind wir bereits auf die Verluste bei der Lüftung eingegangen. Diese Verluste lassen sich durch den richtigen Umgang mit Fenster und Thermostatventil auf ein vernünftiges Maß senken.

Tipp:

Öffnen Sie die Fenster soweit es geht, dafür aber nur etwa 3 Minuten. Danach schließen Sie die Fenster wieder ganz. Gekippte Fenster sollten auf jeden Fall vermieden werden.

Da die Heizkörper in den meisten Räumen unter den Fenstern montiert sind, fällt die kalte Frischluft bei geöffnetem Fenster direkt auf das Thermostatventil. Der Fühler registriert diesen Temperaturabfall und öffnet sofort das Ventil. Wenn Sie das Thermostatventil bei offenem Fenster nicht heruntergedreht haben, heizen Sie direkt aus dem Fenster.

Tipp:

Die Position * am Thermostatventil entspricht einer Raumtemperatur von 8°C. Lassen Sie daher Fenster nicht zu lange geöffnet. Unter Umständen aktivieren Sie auf diese Weise den Frostschutz und heizen trotz geschlossenem Thermostatventil ins Freie.

Wenn Sie das Fenster geschlossen haben, können Sie das Ventil wieder öffnen.

Tipp:

Achten Sie darauf, das Thermostatventil nach dem Lüften nur auf die Position zu stellen, die für den normalen Betrieb notwendig ist (in der Regel 3).

Tipp:

Sprechen Sie über das richtige Lüften unbedingt mit den anderen Gebäudenutzern und geben Sie ihnen entsprechende Hinweise. Dies ist eine Aufgabe, die Sie immer wieder beschäftigen wird. Oft wird einfach aus Gewohnheit oder Vergesslichkeit doch wieder falsch gelüftet. Geben Sie in diesem Fall einfach einen freundlichen Tipp.

Beispiel: Bei einem gekippten Fenster erhöht sich der Luftaustausch im Durchschnitt des Jahres auf etwa den 2,5-fachen Luftwechsel. Für einen Büroraum von 15m² ergeben sich daraus fast 600 kWh

Mehrverbrauch, was zusätzlichen Heizenergiekosten von bis zu 38 €/Jahr entspricht.

2.3.4 Einfluss von Nacht-, Wochenend- und Ferienabsenkung

Die im Kapitel 2.3.1 genannten Raumtemperaturen beziehen sich natürlich nur auf die Zeiten, in denen die Räume genutzt werden. Außerhalb dieser Zeit sollte die Raumtemperatur während der Heizperiode soweit wie möglich abgesenkt werden. Die Temperatur kann dabei bis auf 12°C reduziert werden.

Eine Grenze der Absenkung ist die Substanzerhaltung des Gebäudes. Im Absenkbetrieb darf es an den Leitungen im Gebäude nicht zu Frostschäden kommen. Diese Gefahr ist aber meist nur bei längeren Absenkezeiten und sehr niedrigen Außentemperaturen gegeben.

Bei der Absenkung ist weiterhin darauf zu achten, dass das Gebäude am nächsten Morgen oder nach dem Wochenende wieder aufgeheizt werden muss. Fällt die Temperatur zu stark, dauert es eventuell lange, bis die normalen Temperaturen wieder erreicht sind. Um die Nachtabsenkung im Gebäude zu erreichen, wird in den meisten Fällen die Vorlauftemperatur der Heizung reduziert.

Die Wärmeabgabe von Heizkörpern hängt direkt von der Vorlauftemperatur der Heizung ab. Bei hohen Vorlauftemperaturen kann ein Heizkörper mehr Wärme abgeben (siehe Abb. 2.8).

Heizkörper werden so ausgelegt, dass sie bei der niedrigsten Außentemperatur (in Frankfurt -12°C) die Verluste des Raums gerade decken. Bei der Berechnung wird die Vorlauftemperatur und die Temperaturspreizung der Heizungsanlage festgelegt (z.B. 70°C Vorlauf- und 50°C Rücklauf-temperatur; Temperaturspreizung 20 Kelvin).

Wird die Vorlauftemperatur der Heizungsanlage abgesenkt, gibt der Heizkörper weniger Wärme ab.

Diesen Effekt macht man sich bei der Vorlauftemperaturregelung zunutze. Bei höheren Außentemperaturen werden die Verluste des Gebäudes geringer, dementsprechend ist eine niedrigere Heizleistung des Heizkörpers ausreichend. Die Vorlauftemperatur kann bei steigenden Außen-

bis die Wärmeverluste des Raumes und die Leistung des Heizkörpers wieder gleich groß sind.

Als Orientierung gilt bei normal gedämmten Gebäuden: Wird die Vorlauftemperatur im Heizkreis um 10°C abgesenkt, so fällt die

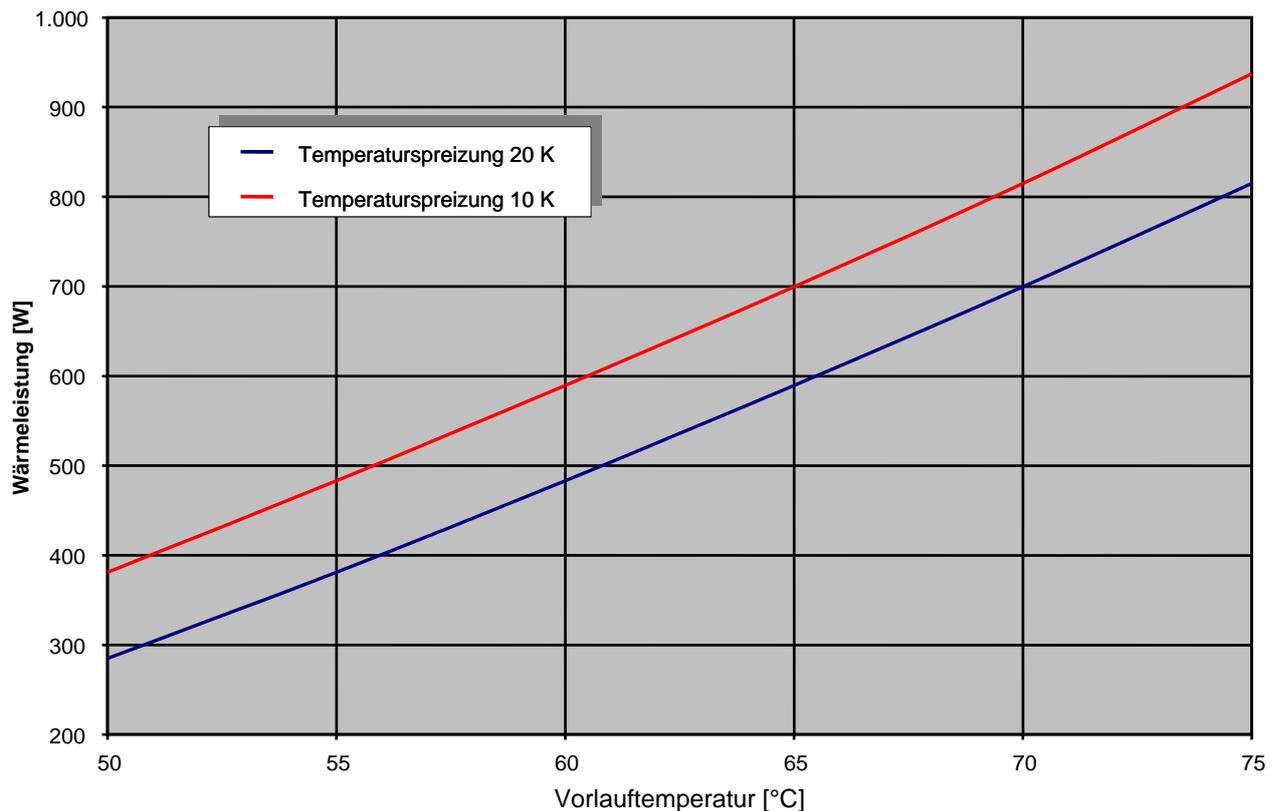


Abb. 2.8: Wärmeabgabe eines Heizkörpers in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur und der Temperaturspreizung

temperaturen reduziert werden. Bei einer ideal eingestellten Regelung ist die Vorlauftemperatur gerade so hoch, dass die Heizkörper noch die Verluste des Gebäudes ausgleichen können. Außerhalb der Nutzungszeiten wird dann die Vorlauftemperatur unter den normalen Wert abgesenkt.

Wenn beispielsweise bei einer Außentemperatur von 0°C die Vorlauftemperatur 50°C betragen soll, wird in der Nacht dieser Wert auf 40°C abgesenkt. Die Heizkörper können dann nicht mehr die notwendige Wärme abgeben, um den Raum auf 20°C zu erwärmen. Die Temperatur im Raum sinkt,

Raumtemperatur um etwa 3 - 5°C. Voraussetzung sind allerdings richtig dimensionierte Heizkörper und eine dem Bedarf angepasste Vorlauftemperaturregelung. Dabei ist die Nachtabenkung in den Räumen und damit die Einsparung umso größer, je kleiner die Speicherfähigkeit und je schlechter die Dämmung des Gebäudes sind.

Als Alternative zur Nachtabenkung kann auch eine Nachtabstaltung der Heizung erfolgen. Bei sehr geringen Außentemperaturen (je nach Gebäude etwa 5°C) kann das Gebäude aber zu weit auskühlen und eventuell morgens nicht mehr

rechtzeitig auf die gewünschte Temperatur geheizt werden.

Während der Nachtabenkung versuchen die Thermostatventile, gegen die Verringerung der Raumtemperatur zu arbeiten. Die Temperatur fällt unter den am Ventil eingestellten Sollwert. Daher öffnen die Ventile und lassen viel Heizungswasser durch den Heizkörper fließen. Durch die Absenkung der Vorlauftemperatur reicht die Leistung des Heizkörpers aber nicht aus, um den Sollwert zu erreichen.

Dies bringt den Nachteil mit sich, dass im Heizungssystem viel Wasser umgewälzt wird, wodurch die Leistungsaufnahme der Heizungspumpen steigt. Wie diesem Effekt entgegengewirkt werden kann, wird Thema im Seminar 3 (Stromeinsparung) sein.

Eine andere Möglichkeit ist, die Temperatur nachts oder am Wochenende in jedem einzelnen Raum abzusenken: Zum Feierabend stellt man das Thermostatventil auf eine kleinere Stufe. Nachteil dieser Methode ist allerdings, dass direkt zu Arbeitsbeginn der Raum nicht die gewünschte Temperatur hat.

In Grenzen kann man damit leben, und bei Räumen, die nicht sofort zu Arbeitsbeginn genutzt werden, ist diese Methode sogar empfehlenswert.

Eine zentrale Absenkung der Raumtemperatur in jedem einzelnen Raum ist mit einer automatischen Steuerung möglich. Dazu benötigt man jedoch eine Einzelraumregelung, die nur in wenigen Gebäuden installiert ist.

2.4 Einstellung der zentralen Heizungsregelung

Neben dem Zustand und der technischen Ausstattung von Heizungsanlagen ist entscheidend, dass diese richtig geregelt und korrekt betrieben werden.

2.4.1 Grundbegriffe des hydraulischen Abgleichs von Anlagen

Wenn Wasser durch Rohrleitungen fließt, entstehen Druckverluste. Um diese zu überwinden, werden in Heizungsanlagen Umwälzpumpen eingesetzt.

Die Höhe der Druckverluste hängt im Wesentlichen von der Länge der Leitungen, dem verwendeten Rohrmaterial und der Fließgeschwindigkeit in den Rohrleitungen ab.

Je länger eine Leitung und je höher die Fließgeschwindigkeit ist, desto größer ist der Druckverlust in der Leitung. Dabei steigt der Druckverlust quadratisch mit der Fließgeschwindigkeit.

Das bedeutet: Bei einer Verdoppelung der Fließgeschwindigkeit vervierfacht sich der Druckverlust. Bei einer Verdreifachung der Fließgeschwindigkeit erhöht sich der Druckverlust um das Neunfache.

Soll die gleiche Wärmeleistung bei gleicher Temperaturspreizung durch verschiedene Rohre transportiert werden, entsteht in einem engeren Rohr ein wesentlich höherer Druckverlust.

In den meisten Gebäuden sind verschiedene Heizkreise installiert, in denen der Druckverlust im Allgemeinen voneinander abweicht.

Insgesamt stellt sich aber ein Gleichgewicht im System ein. Der Effekt ist, dass durch die Stränge mit geringem Druckverlust mehr Wasser fließt, während Stränge mit hohem Druckverlust unterversorgt werden.

Dieser Effekt tritt besonders in der Anheizphase auf, wenn alle Räume gleichzeitig aufgeheizt werden sollen. In den Strängen mit hohem Druckverlust wird dann nicht genügend Wärme transportiert. Die Räume werden nicht rechtzeitig warm und der Anheizpunkt wird weiter nach vorne verlegt (siehe Kapitel 2.4.3).

Oft wird versucht, die Auswirkungen der schlechten Versorgung einzelner Stränge durch eine Erhöhung der Vorlauftemperatur auszugleichen. Dadurch erhöhen sich jedoch die Wärmeverluste.

Sinnvoller wäre der hydraulische Abgleich der Anlage. In allen Strängen sollte durch eine richtige Dimensionierung der Rohrleitungen der gleiche Druckverlust vorliegen. Ist das Rohrnetz einmal installiert, kann der hydraulische Abgleich nur noch über die Drosselung mit Ventilen oder die Voreinstellung von Thermostatventilen erreicht werden.

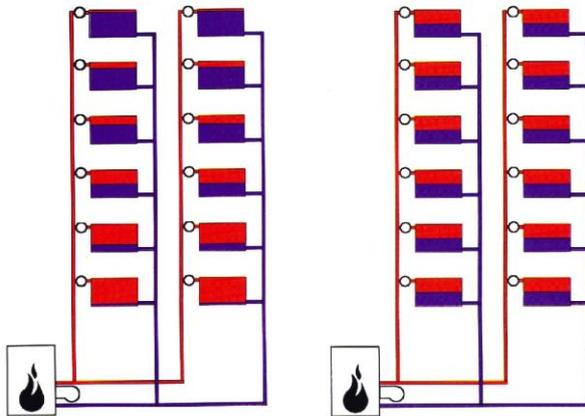


Abb. 2.9: Mögliche Wasserverteilprobleme bei mangelhaftem hydraulischem Abgleich (Quelle: Danfoss)

Tipp:

Wenn einzelne Heizkörper oder Heizungsstränge morgens nicht rechtzeitig warm werden, schauen Sie nach, ob in Räumen, die an anderen Strängen angeschlossen sind, die Raumtemperaturen rechtzeitig oder sogar sehr früh erreicht werden. Sollte dies der Fall sein, prüfen Sie, ob in dem Strang, der nicht richtig warm wird, Ventile gedrosselt worden sind. Wenn ja, öffnen Sie alle Drosselorgane in diesem Strang.

Wenn diese Maßnahmen nicht zum Erfolg führen, können Sie die wärmeren Stränge eindrosseln.

Tipp:

An den warmen Strängen sollten Sie die Wassermenge mit Absperrventilen drosseln, falls solche installiert sind. Oder sie gleichen die Anlage mit der Voreinstellung der Thermostatventile ab.

Tipp:

Ältere Thermostatventile haben oft noch keine Voreinstellung. Prüfen Sie dann, ob eine einstellbare Rücklaufverschraubung am Heizkörper installiert ist, mit der Sie den Heizkörper eindrosseln können.

Ist keine Möglichkeit zur Drosselung vorhanden, sind für einen hydraulischen Abgleich der Anlage größere Umbaumaßnahmen erforderlich.

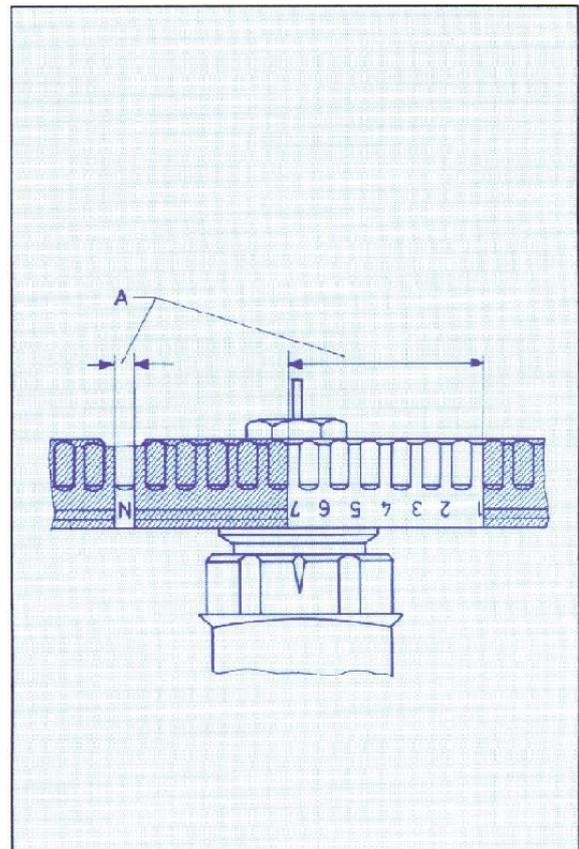


Abb. 2.10: Voreinstellung an einem Ventilgehäuse (Beispiel Danfoss)

2.4.2 Parameter einer außentemperatur-abhängigen Heizkurve

Wie in den vorangegangenen Kapiteln erläutert, kann bei höheren Außentemperaturen die Vorlauftemperatur abgesenkt werden.

Diese Anpassung erfolgt automatisch, wenn in Ihrer Anlage eine außentemperatur-abhängige Regelung installiert ist. Dazu ist jeweils ein Vorlauf- und ein Außentemperaturfühler installiert. Registriert der Außentemperaturfühler eine Temperaturänderung, so wird die Vorlauftemperatur automatisch der Änderung angepasst. Zusätzliche Informationen über diese Art der Regelung erhalten Sie auch im Kapitel 2.5.1.

Tipp:

Wenn in Ihrem Gebäude noch keine Vorlauftemperaturregelung installiert ist, müssen Sie diese Einstellung von Hand vornehmen. Dabei verlangt keiner von Ihnen, dass Sie permanent die Außentemperatur überwachen und die Vorlauftemperatur nachregeln. Es lohnt sich aber bei steigenden Außentemperaturen, die Vorlauftemperatur in den Heizkreisen oder die Kesselvorlauftemperatur zu reduzieren.

Welche Vorlauftemperatur erforderlich ist, hängt wesentlich von der Auslegung der Heizungsanlage ab. Die Vorlauftemperatur aus der Auslegung wird für den kältesten Tag festgelegt. Welche Vorlauftemperatur dann bei welcher Außentemperatur erforderlich ist, hängt ab von:

- der Art der Heizung (Radiatoren oder Konvektoren)
- der Dämmung des Gebäudes
- dem Standort des Gebäudes (z.B. Windschatten)

Der Wärmeverlust eines Gebäudes ist annähernd proportional zur Differenz zwischen Außen- und Raumtemperatur.

Beispiel:

Wenn ein Gebäude bei einer Außentemperatur von -12°C und einer Raumtemperatur von 20°C eine Heizleistung von 200 kW benötigt, werden bei einer Außentemperatur von 4°C 100 kW gebraucht. Bei -12°C beträgt die Temperaturdifferenz zur Raumtemperatur 32 K, bei 4°C dagegen 16 K, also genau die Hälfte.

Bei Gebäuden mit guter Wärmedämmung sinkt der Einfluss der Außentemperatur. Wegen der inneren Wärmequellen und der

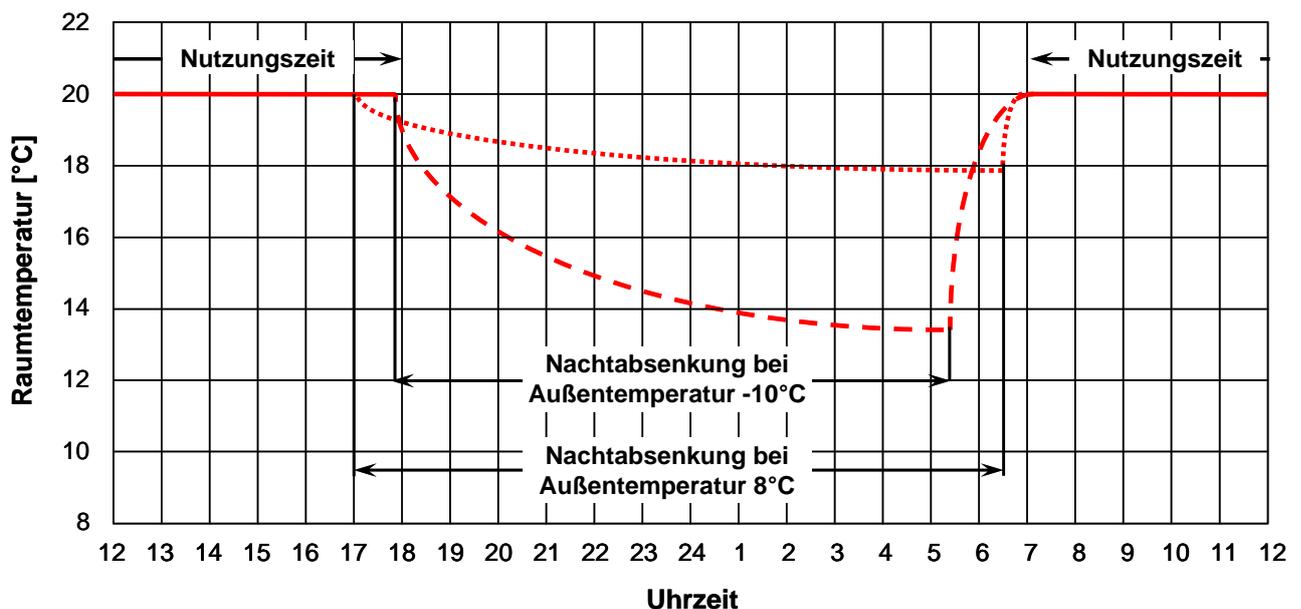


Abb. 2.11: Auswirkung der Nachtabsenkung bei unterschiedlichen Außentemperaturen

solaren Einstrahlung kann auch bei einer Vorlauftemperaturregelung nicht auf den Einsatz von Thermostatventilen verzichtet werden.

2.4.3 Optimierung von Aufheiz- und Absenkzeitpunkt (Arbeitsblatt 3)

Um die Heizungsanlage möglichst energiesparend zu betreiben, muss die Nacht- und Wochenendabsenkung optimal genutzt werden.

Je früher die Absenkung am Tag greift und je später sie morgens aufgehoben wird, desto größer ist die Einsparung. Dabei gilt natürlich: So lange abends noch gearbeitet wird, sollten die benötigten Räume warm sein. Und zu Arbeitsbeginn am Morgen sollte im Gebäude wieder die normale Temperatur herrschen.

Morgens muss die Heizung einige Zeit vor Nutzungsbeginn wieder in den Heizbetrieb gehen. Die Zeitspanne zwischen Inbetriebnahme und Arbeitsbeginn hängt u. a. von folgenden Faktoren ab:

- aktueller Außentemperatur
- Speicherfähigkeit des Gebäudes
- Heizleistung

Je tiefer die Außentemperatur ist, desto früher muss morgens wieder normal geheizt werden.

Wenn in Ihrem Gebäude eine moderne Regelung mit Optimierungsfunktion installiert ist, werden Aufheiz- und Abschaltzeitpunkt von der Regelung bestimmt. Ansonsten müssen Sie den Aufheiz- und Abschaltzeitpunkt selber bestimmen und optimieren.

Tipp:

Bei Außentemperaturen von mehr als 0°C reicht als Anheizzeit oftmals eine Stunde aus. Abends kann dann etwa eine Stunde vor dem Ende der normalen Nutzungszeit die Nachtabsenkung in Betrieb gehen.

In vielen Gebäuden ist die Uhr, die Beginn und Ende der Nachtabsenkung schaltet, so eingestellt, dass es unter den ungünstigsten Umständen im Gebäude während des Betriebs nicht zu kalt wird. Das führt bei gemäßigteren Außenbedingungen dazu, dass die Heizung viel zu früh von Nachtabsenkung auf Normalbetrieb umschaltet. Es wird Energie verschwendet.

Tipp:

Probieren Sie an einem sehr kalten Tag aus, ob sich der Aufheiz- und Abschaltzeitpunkt verändern lässt, ohne dass es im Gebäude kalt wird. An mehreren Tagen hintereinander können sie diese Zeitpunkte immer weiter hinauszögern, bis Sie den optimalen Punkt gefunden haben.

Tipp:

Auf dem Arbeitsblatt 3 im Anhang können Sie die Zeiten der Nachtabsenkung und die aktuelle Außentemperatur notieren. Prüfen Sie in einem Raum, ob die Temperaturen während der Nutzungszeit erreicht oder Beschwerden an Sie herangetragen werden.

Tipp:

Danach können Sie an wärmeren Tagen ausprobieren, wie weit Sie den Aufheiz- und Abschaltzeitpunkt verschieben können. Notieren Sie sich diese Werte, und testen Sie an ähnlich warmen Tagen, ob eine weitere Optimierung möglich ist.

Keiner erwartet von Ihnen, dass Sie permanent die Schaltuhr umprogrammieren oder bei einem plötzlichen Kälteeinbruch in Ihr Gebäude fahren, um die Zeitpunkte zu verändern. Wenn aber absehbar ist, dass die Außentemperaturen dauerhaft steigen, sollten Sie diese Möglichkeit zur Energieeinsparung nutzen. Im Winter müssen Sie dann die notierten Werte für kältere Tage wieder einstellen.

2.4.4 Zeitschaltung und Regelung von Heizungspumpen

In Heizungsanlagen werden Pumpen eingesetzt, um die Druckverluste in Leitungen, Heizkörpern und anderen Installationen zu

überwinden. Früher wurden noch Schwerkraftheizungen gebaut, die keine Pumpen brauchten. Diese Form der Heizung dürfte heute aber nur noch in wenigen Gebäuden zu finden sein.

Wenn die Pumpe abgestellt wird, fließt kein Wasser mehr in den Leitungen, und es kann keine Wärme mehr übertragen werden. Andererseits sollte die Pumpe aus Gründen der Stromeinsparung nur soviel Wasser fördern, wie zur Wärmeversorgung notwendig ist.

Für die maximal benötigte Heizleistung ergibt sich im Zusammenhang mit der gewählten Vorlauftemperatur und der Temperaturspreizung der notwendige Volumenstrom, den die Pumpe fördern muss. Wenn der Druckverlust berechnet worden ist, kann die richtige Pumpe für das Heizungssystem ausgewählt werden.

Bei höheren Außentemperaturen sinkt die notwendige Heizleistung. Es ist nur noch ein kleinerer Volumenstrom erforderlich, um die Räume ausreichend zu beheizen. Eine unregulierte Pumpe reagiert nicht auf diese geringere Anforderung. Es wird mehr Wasser gefördert als notwendig. Die Thermostatventile schließen, damit es in den Räumen nicht zu warm wird. Der Druckverlust erhöht sich, und es wird unnötig Energie verbraucht. Außerdem kommt es häufig zu einer unerwünschten Geräuschbildung.

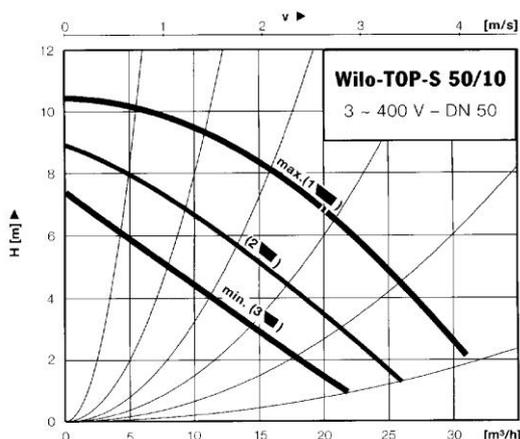


Abb. 2.12: Beispiel einer Pumpen- und Rohrnetzcharakteristik

Wie mit der Regelung der Vorlauftemperatur, so kann mit der Regelung des Volumenstroms an der Pumpe die Leistung in einem Heizkreis beeinflusst werden.

Dabei haben diese beiden Regelungen ganz unterschiedliche Auswirkungen. Die Reduzierung der Vorlauftemperatur verringert die Wärmeverluste im Leitungsnetz. Die Regelung der Pumpendrehzahl reduziert die elektrische Leistungsaufnahme der Pumpe und spart damit Stromkosten.

Leider lassen sich beide Möglichkeiten nur bedingt gleichzeitig nutzen. Wenn die Vorlauftemperatur abgesenkt wird, kann nicht gleichzeitig die Drehzahl der Pumpe reduziert werden.

Tipp:

Als Faustformel gilt: Hat Ihre Heizungsanlage kleine Druckverluste (große Rohrweiten im Verhältnis zur Heizleistung), und sind die Rohrleitungen schlecht gedämmt, dann sollten Sie zuerst die Vorlauftemperaturregelung optimieren. In diesem Fall sind die Kosten durch Wärmeverluste wahrscheinlich größer als die Stromkosten. Danach können Sie dann die Drehzahl der Pumpe an die Erfordernisse anpassen.

Sind die Rohrleitungen eher klein dimensioniert, sollten Sie erst die Pumpendrehzahl und danach die Vorlauftemperatur optimieren.

Zu beachten ist dabei, dass Heizungsanlagen auf die Reduzierung der Förderleistung nicht so stark reagieren, wie auf die Reduzierung der Vorlauftemperatur. Dies können Sie sich bei der Optimierung der Pumpendrehzahl zunutze machen.

Tipp:

In vielen Heizungsanlagen stehen die Pumpen auf der höchsten Stufe. Oft ist diese hohe Drehzahl aber gar nicht notwendig. Reduzieren Sie an einem kalten Tag die Drehzahl um eine Stufe und beobachten Sie, ob es im Gebäude in einzelnen Räumen zu kalt wird. Ist dies nicht der Fall, können Sie die Drehzahl um eine weitere Stufe reduzieren, bis der optimale Punkt erreicht ist. Diese Technik sollten Sie nur dann anwenden, wenn der hydraulische Abgleich in Ihrem Heizungssystem in etwa korrekt ist und Sie die Vorlauftemperatur an die tatsächlichen Bedürfnisse angepasst haben.

Viele Pumpen haben eine Einstellmöglichkeit für die Pumpendrehzahl. Sie können beispielsweise über ein Drehrad oder einen Stecker an der Pumpe die Drehzahl einstellen. Bei einigen Pumpen entspricht die Stellung 1 der höchsten Stufe (Beispiel Wilo), bei anderen die Stufe 3 (Beispiel Grundfos).

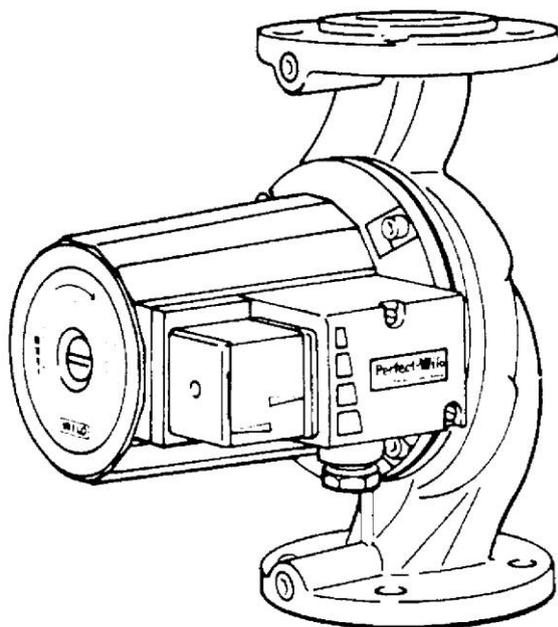


Abb. 2.13: Pumpenansicht mit Drehzahlsteller

Der Effekt, den Sie mit der Drehzahlreduzierung erreichen können, ist sehr groß. Verringern Sie beispielsweise den Förder-

strom um 20 %, reduziert sich die Leistungsaufnahme der Pumpe um fast 50 %.

Tipp:

Bei warmen Außentemperaturen sollten Sie an der Pumpe eine kleinere Drehzahlstufe einstellen und die Drehzahl erst dann wieder erhöhen, wenn es draußen kalt wird.

Besser als die manuelle Stufenschaltung ist der Einsatz von drehzahlgeregelten Pumpen. Während diese Regelungen früher sehr aufwändig waren, sind heute Pumpen mit integrierter Regelung für praktisch alle Heizungsanlagen erhältlich.

Diese Pumpen stellen immer die notwendige Drehzahl ein, um den aktuellen Druckverlust zu überwinden. Damit ist jederzeit ein energiesparender Betrieb gewährleistet. Wann der Einsatz einer solchen Pumpe wirtschaftlich sinnvoll ist, werden wir in Seminar 3 (Stromeinsparung) behandeln.

Tipp:

Sobald in Ihrem Gebäude nicht mehr geheizt werden muss, können Sie alle Pumpen außer Betrieb nehmen. Werden Räume mit geringer Temperatur mit einzelnen Pumpen versorgt, können Sie diese oft schon zu einem früheren Zeitpunkt abschalten. Dabei sollten Sie bei längeren Stillstandszeiten die Pumpen hin und wieder kurzzeitig (1-2 Min.) einschalten, um ein Festsitzen zu verhindern. Dies sollte aber nicht zu dem Zeitpunkt geschehen, an dem die höchste elektrische Leistung bezogen wird (dazu mehr im Seminar 3).

Auch während der Nacht oder zu Zeiten, in denen angeschlossene Räume nicht beheizt sind, können einzelne Stränge außer Betrieb genommen werden. Dies darf aber nur dann geschehen, wenn der Frostschutz für die Leitungen gewährleistet ist. Liegen die Außentemperaturen sicher über 0°C, können Sie die Abschaltung mit einer Schaltuhr vornehmen. Es ist dann sichergestellt, dass zu Beginn der Gebäudenutzung der entsprechende Heizungsstrang wieder versorgt wird.

Warmwasserzirkulationspumpen haben die Aufgabe, an allen Zapfstellen schnell warmes Wasser zur Verfügung zu stellen.

Hinweis:

Bisher sollten Zirkulationspumpen mit einer Zeitschaltuhr ausgerüstet werden. Aus hygienischen Gründen (siehe Kap. 2.1.5) wird bei der Stadt Frankfurt auf die Nutzung der Zeitschaltuhr verzichtet. Die Zirkulationspumpen sollen bis auf Weiteres durchlaufend betrieben werden.

Tipp:

Sollte es sich bei Ihrer Zirkulationspumpe nicht um eine Hocheffizienzpumpe handeln, sprechen Sie mit Ihrem Objektmanagement oder mit dem Energiemanagement ob nicht ein Austausch der Zirkulationspumpe wirtschaftlich ist.

2.4.5 Kesselverriegelung

Durch eine nachträgliche Wärmedämmung reduzieren sich die Wärmeverluste in einem Gebäude. Daher kann die installierte Kesselleistung zu groß sein. Außerdem wurden in der Vergangenheit Kesselanlagen häufig überdimensioniert.

Sind mehrere Kessel installiert, ist es möglich, dass selbst für die maximal benötigte Heizleistung nicht alle Kessel erforderlich sind. Sollte dies der Fall sein, können die nicht erforderlichen Kessel außer Betrieb genommen werden.

Tipp:

Wichtig ist, dass der Kessel nicht nur am Schaltschrank ausgeschaltet, sondern auch hydraulisch verriegelt wird. Dazu schließen Sie die Absperrventile oder Absperrklappen im Kesselkreislauf.

Sind diese nicht geschlossen, strömt unter Umständen warmes Wasser durch den Kessel. Der Kessel wirkt dann wie ein großer Wärmetauscher, der aber nur Wärmeverluste verursacht.

Wichtig: Wenn Sie den abgeschalteten Kessel wieder in Betrieb nehmen, müssen Sie die Absperrventile zuvor wieder öffnen.

Tipp:

Nimmt bei steigender Außentemperatur die benötigte Heizleistung ab, können Sie unter Umständen weitere Kessel abschalten. Diese müssen dann erst zur nächsten Heizperiode wieder in Betrieb genommen werden.

Ist in Ihrem Gebäude eine funktionierende Kesselregelung mit Kessel-Folgeschaltung installiert, wird die Absperrung der nicht benötigten Kessel unter Umständen automatisch vorgenommen.

Tipp:

Wenn die Kessel nicht automatisch verriegelt werden, müssen Sie auch hier die Verriegelung manuell vornehmen. Dann ist aber unbedingt darauf zu achten, dass auch die Kessel-Folgeschaltung außer Betrieb genommen wird.

Bei der Einstellung der Kessel-Folgeschaltung ist darauf zu achten, dass nicht alle Kessel bei derselben Temperatur einschalten. Dies hat sonst zur Folge, dass alle Kessel gleichzeitig bei der eingestellten Temperatur in Betrieb gehen, auch wenn die Leistung eines Kessels ausreichend wäre.

2.5 Praktische Einstellung von verschiedenen Reglern

Wenn Sie Einstellungen an Reglern verändern wollen, sollten Sie die technischen Unterlagen zur Hand haben.

Tipp:

Wenn die Unterlagen nicht mehr vorhanden sind, können Sie diese bei der Herstellerfirma anfordern. Auch für sehr alte Regelungen erhalten Sie oft noch die technischen Unterlagen.

2.5.1 Einstellung der Heizkurve an einem analogen Regler (Arbeitsblatt 4)

An den meisten analogen Heizungsreglern können Sie folgende Parameter einstellen:

- Vorlauftemperatur im Auslegungspunkt
- Steilheit der Heizkennlinie
- Wert für die Nachtabsenkung
- Beginn und Ende der Nachtabsenkung

Tipp:

In den technischen Unterlagen für Ihre Heizungsanlage können Sie nachschauen, wie die entsprechenden Parameter an Ihrer Heizungsregelung bezeichnet sind und wo Sie diese einstellen können.



Abb. 2.14: Beispiel für einen analogen Heizungsregler (Landis und Staefa)

Wichtig: Da sich das System aus Heizung und Gebäude sehr träge verhält, dauert es oft sehr lange, bis Sie die Auswirkungen einer Veränderung an der Regelung bemerken. Zwischen zwei Änderungen sollte daher mindestens ein Tag liegen. Verändern Sie dabei jeweils nur einen Wert. Wenn Sie mehrere Werte gleichzeitig ändern, können Sie die Auswirkung der einzelnen Änderung nicht richtig verfolgen.

Tipp:

Bevor Sie Änderungen vornehmen, sollten Sie zur Sicherheit alle Werte am Regler aufschreiben. Sie wissen dann immer, unter welchen Bedingungen die Anlage bisher funktioniert hat.

Der Auslegungspunkt ergibt sich aus der Auslegung der Heizungsanlage und zeigt die Vorlauftemperatur bei Auslegungstemperatur (z.B. -12°C) an. Der Auslegungspunkt kann daher nur an sehr kalten Tagen optimiert werden.

Die Vorlauftemperatur ist an vielen Reglern aus übertriebenem Sicherheitsdenken zu hoch eingestellt.

Die Steilheit der Heizkennlinie sollte so eingestellt werden, dass bei einer Außentemperatur von 15°C in Heizkreisen mit Heizkörpern keine nennenswerte Wärme mehr abgegeben wird. Dazu ist ein zweiter Punkt - der so genannte Fußpunkt - in etwa auf dem Niveau der Raumtemperatur festzulegen. Dieser beträgt beispielsweise 20°C Vorlauftemperatur bei einer Außentemperatur von 20°C . Wenn Sie den Auslegungspunkt optimieren, bleibt der Fußpunkt unverändert.

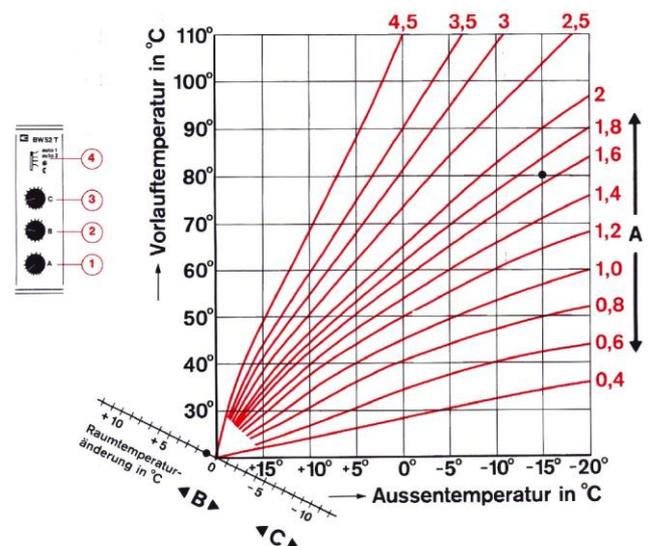


Abb. 2.15: Analoges Regler mit Kennlinienfeld (Beispiel: Honeywell)

Bei Lüftungsanlagen muss dieser Fußpunkt in Abhängigkeit der installierten Anlage höher gewählt werden (beispielsweise 30°C bei einer Außentemperatur von 20°C).

An der Schaltuhr können Sie Beginn und Ende der Nachtabsenkung einstellen. Wie Sie diese Zeitpunkte optimieren können, wurde schon im Kapitel 2.4.3 beschrieben.

Tipp:

Reduzieren Sie den Auslegungspunkt schrittweise wie im Kapitel 2.4.3 beschrieben. Erst wenn das Gebäude an einem extrem kalten Tag zu Betriebsbeginn gerade noch auf die gewünschte Temperatur gebracht werden kann, ist der Auslegungspunkt richtig eingestellt.

Wenn an Ihren Reglern die Einstellung über Drehknöpfe erfolgt, gehen Sie folgendermaßen vor:

Sie bestimmen wieder den Auslegungspunkt und wählen die Kurve aus dem Kennlinienfeld, die durch diesen Punkt geht, und stellen Sie am Drehregler A ein.

Eine Veränderung des Auslegungspunkts erreichen Sie dann durch Einstellung einer anderen Steilheit.

Wenn keine der vorgegebenen Kennlinien Ihrer Anlage entspricht, suchen Sie die Kurve, die Ihrer Anlage am nächsten kommt und verschieben diese dann mit dem Drehregler B.

2.5.2 Bedienung von Schaltuhren

Um Schaltvorgänge zeitabhängig vorzunehmen, werden Schaltuhren installiert.

Tipp:

Stellen Sie fest, für welche Anlagen in Ihrem Gebäude Schaltuhren installiert sind. Prüfen Sie dabei, ob diese Uhren die korrekte Zeit anzeigen. Sorgen Sie auch dafür, dass die Schaltuhren auf Sommer- und Winterzeit umgestellt werden, wenn dies nicht automatisch erfolgt.

Analoge Schaltuhren erkennen Sie an dem drehenden Uhrenkranz. Diese Schaltuhren sind in der Regel mit Schaltreitern bestückt, die Beginn und Ende des Schaltvorgangs anzeigen. Hier ist es besonders wichtig, darauf zu achten, dass zu jedem Reiter für einen Einschaltvorgang auch ein Reiter für das Ausschalten gesetzt wird.

Bei anderen analogen Schaltuhren müssen die Reiter nach innen oder außen gedrückt werden. Sind diese nach innen gedrückt, werden die Anlagen eingeschaltet.

Bei digitalen Schaltuhren müssen Sie den Programmiermodus einschalten und Beginn und Ende von Schaltzeiten festlegen. Genaue Hinweise dazu entnehmen Sie bitte Ihren technischen Unterlagen.

Bei Wochen-Schaltuhren können Sie für die Wochentage von Montag bis Freitag sowie für Samstag und Sonntag getrennte Schaltzeiten festlegen.

Tipp:

Wenn Ihr Gebäude an Samstagen und Sonntagen nicht genutzt wird, legen Sie für diese Tage den gleichen Anlagenzustand fest, wie Sie es für die Nachtzeit eingestellt haben.

2.5.3 Optimierungsprogramm einer DDC-Station

DDC-Regelungen arbeiten auf digitaler Basis mit Mikroprozessoren. Die Abkürzung DDC bedeutet „direct digital control“.

Da es sich bei DDC-Regelungen um recht komplexe Anlagen handelt, sollen diese im Rahmen des Seminars nur kurz vorgestellt werden. Die Herstellerfirmen bieten zu den unterschiedlichen Systemen Seminare zur Betriebsführung an, welche zum Teil mehrere Tage dauern. Eine detaillierte Beschreibung würde daher den Rahmen dieses Seminars sprengen. Gleiches gilt für GLT-Systeme (Gebäudeleittechniksysteme), die im nächsten Kapitel kurz besprochen werden. GLT wird heute auch MBE (Management- und Bedieneinrichtung) genannt.

Im Gegensatz zur analogen Technik kann mit geringerem Aufwand eine deutlich größere Funktionalität erreicht werden. Insbesondere die Kommunikation zwischen verschiedenen Reglern, das Auswerten und Optimieren sind durch den Einsatz von DDC-Regelungen wesentlich besser zu realisieren.

Beispielsweise lässt sich die Raumtemperatur eines Referenzraumes als weitere Größe aufschalten. Zusätzliche Fremdeinflüsse, wie solare Einstrahlung, können dann zur Absenkung der Vorlauf-temperatur genutzt werden.

Digitale Regelungen sind auch in der Lage, sich selbst zu optimieren. Aus verschiedenen Messwerten berechnet der Regler, wie schnell sich das Gebäude bei einer bestimmten Außentemperatur abkühlt. Er sorgt dann dafür, dass die Nacht-/Wochenendabsenkung zum frühestmöglichen Zeitpunkt beginnt und zum spätestmöglichen Zeitpunkt aufgehoben wird.

Mit solch selbstlernenden Reglern wird der sparsamste Umgang mit Energie ermöglicht.

Große Regelsysteme in Gebäuden mit komplexen technischen Anlagen sind oft hierarchisch aufgebaut. Die eigentlichen Regelungs- und Steuerungsfunktionen werden vor Ort von den so genannten Unterstationen durchgeführt. Die gesamten Zusammenhänge für die Regelung der Anlagen sind dort abgelegt.

Sind diese Unterstationen kommunikationsfähig, können sie untereinander oder über eine Gebäudeleittechnik miteinander verbunden werden.

Mit der GLT können, bei entsprechender Auslegung, direkte Eingriffe auf die Einstellungen an den Unterstationen vorgenommen werden. Die einzelnen Anlagen mit allen Soll- und Istwerten können zentral an einem Monitor überwacht werden.

Bei großen Liegenschaften hat das den Vorteil, dass diese Änderungen und Überwachungen nicht mehr vor Ort vorgenommen werden müssen. Man ist nicht einmal mehr darauf angewiesen, die GLT im Gebäude zu installieren. Die GLT kann sich über das Telefonnetz in die einzelnen Anlagen einwählen, und man kann dann z.B. von einem zentralen Gebäude aus in mehreren Liegenschaften den Betrieb führen.

2.5.4 Einzelraumregelung über eine Gebäudeleittechnik

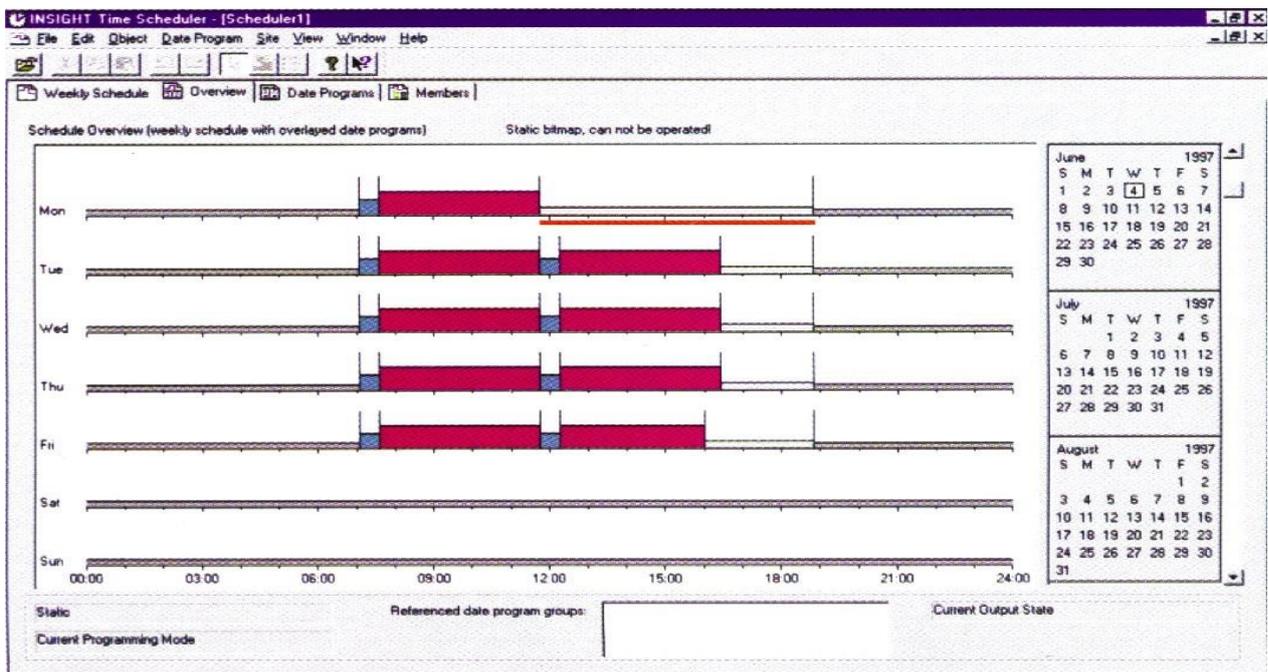


Abb. 2.16: Zeitprogramm einer GLT (Beispiel: Siemens)

Darüber hinaus kann die GLT Managementfunktionen übernehmen und Anforderungen von einzelnen Unterstationen koordinieren und abstimmen.

Dadurch können der Betrieb und die Betriebskosten eines Gebäudes optimiert werden.

Beispiele sind:

- Der Kessel wird erst dann freigegeben, wenn aus einer Unterstation Wärmebedarf gemeldet wird.
- Anlagen werden nach Schaltprogramm erst dann freigegeben, wenn sie wirklich benötigt werden. Dabei können Einschaltbedingungen von Anlagen auch miteinander verknüpft werden.
- Steigt der elektrische Leistungsbedarf, werden einzelne Anlagen zurückgefahren oder Sollwerte verändert. Es können z.B. im Sommer die Raumtemperaturen in einzelnen Räumen angehoben werden, damit die Leistungsaufnahme der Kältemaschine zurückgeht. Die maximal ein gestellte Spitze wird nicht überschritten.

Mit einer GLT kann, bei entsprechender Ausstattung der Unterstationen, auch die Regelung von einzelnen Räumen optimiert werden.

Über die GLT können die Sollwerte für jeden Raum eingestellt werden. Über Zeitprogramme werden die Räume immer nur dann beheizt oder gekühlt, wenn dies auch erforderlich ist.

Bei Schulen beispielsweise kann die tatsächliche Nutzung über Zeitprogramme wesentlich besser abgebildet werden. Nach Unterrichtsende kann die Temperatur abgesenkt werden. Wenn die Räume dann abends wieder genutzt werden, wird über das Zeitprogramm die Temperatur angehoben.

Bei der Stadt Frankfurt a.M. wird bei neuen GLT-Anlagen die Visualisierungssoftware InTouch von der Fa. Wonderware eingesetzt.

2.6 Wirtschaftlichkeit von investiven Maßnahmen

Nach den Einsparpotentialen, die mit einer optimierten Betriebsführung oder geringen Investitionen zu erreichen sind, wollen wir uns denen zuwenden, die größere Investitionen erfordern.

Wir werden keine komplexen Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchführen, sondern nur abschätzen, ob eine Investition lohnend sein kann. Dabei werden wir verschiedene Vorgehensweisen vorstellen, wie eine Abschätzung vorgenommen werden kann.

2.6.1 Wärmeschutz der Gebäudehülle (Arbeitsblatt 5)

Bei diesem Beispiel wollen wir uns um ein älteres Gebäude mit schlechter Wärmedämmung kümmern. Dabei gehen wir folgendermaßen vor (siehe Arbeitsblatt 5 im Anhang):

Als erstes ist die Außenfläche des Gebäudes zu bestimmen. Dazu benötigen Sie die Pläne des Gebäudes. Anschließend werden für Wände und Fenster die entsprechenden U-Werte ermittelt. Mit der gewünschten Raumtemperatur und der Auslegungstemperatur für Frankfurt (-12°C) kann dann der Jahresheizenergiebedarf für das Gebäude ermittelt werden (siehe Kapitel 2.2).

Jetzt ist festzulegen, wie sich die Heizleistung des Gebäudes verändert, wenn Außenwände gedämmt und Fenster mit einem besseren U-Wert eingebaut werden. Mit den neuen U-Werten wird dann der Rechengang für den Jahresheizenergiebedarf noch einmal durchgeführt.

Die mögliche Energieeinsparung ergibt sich überschlägig aus der Differenz von altem und neuem Jahresheizenergiebedarf.

Die mögliche Einsparung an Energiekosten berechnet sich mit Hilfe der Energieeinsparung, dem Jahresnutzungsgrad der Heizungsanlage und den Energiepreisen.

Danach muss noch die notwendige Investition ermittelt werden. Für diese überschlägige Berechnung reicht es aus, mit spezifischen Preisen in €/m² zu rechnen.

Ist die Investition, dividiert durch die Lebensdauer, kleiner als die berechnete Energiekosteneinsparung, könnte die Maßnahme unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten durchgeführt werden.

2.6.2 Einbau einer Heizkreisregelung (Arbeitsblatt 6)

Hier gehen wir davon aus, dass in einem Heizkreis keine Regelung eingebaut ist. Dieser Heizkreis wird von der Hauptpumpe mitversorgt.

Zuerst bestimmen wir die notwendigen Investitionen für diese Maßnahme. In den Heizkreis müssen ein Mischer mit Motor und eine Pumpe eingebaut sowie ein Heizkreisregler installiert werden.

Anschließend bestimmen wir den Annuitätsfaktor (siehe Kapitel 1.6.2). Mit diesem multiplizieren wir die notwendige Investition. Jetzt haben wir die jährlichen Kosten für das eingesetzte Kapital ermittelt.

Die Maßnahme wäre dann wirtschaftlich, wenn die möglichen Einsparungen größer als der oben berechnete Betrag für das eingesetzte Kapital sind.

Daher kalkulieren wir überschlägig, ob die Einsparungen größer als dieser Betrag sein können.

Dann wird der Jahresheizenergiebedarf mit der Fläche des versorgten Bereichs multipliziert und durch die Gesamtfläche des Gebäudes geteilt.

Wir erhalten dann den Jahresheizenergiebedarf, der in diesem Strang benötigt wird.

Mit Hilfe des Energiepreises bestimmen wir die jährlichen Wärmekosten für diesen Strang.

Gegenüber einem ungeregelten Heizkreis können durch den Einbau einer Regelung bis zu 10 % Energie eingespart werden.

Wenn diese Energiekosteneinsparung größer ist als die jährlichen Kapitalkosten, dann ist die Maßnahme wirtschaftlich.

2.6.3 Austausch der Kesselanlage (Arbeitsblatt 7)

Ist in Ihrem Gebäude eine alte Kesselanlage eingebaut, könnte es sein, dass sie in den nächsten Jahren ausgetauscht werden muss, weil die aktuellen Grenzwerte nicht eingehalten werden können. Neben diesen ökologischen Kriterien kann der Austausch der Kesselanlage aber auch aus wirtschaftlichen Gründen interessant sein.

Wichtig ist, bei der Neuinstallation eines oder mehrerer Kessel, die Größe an den tatsächlichen Bedarf des Gebäudes anzupassen. Oftmals fällt dadurch die notwendige Investition geringer aus, als zunächst gedacht.

Für eine Investitionsabschätzung genügt die Verwendung eines spezifischen Preises (€/kW_{Heizleistung}). Danach benötigen wir wieder den Annuitätsfaktor, um die jährlichen Kosten für Zinsen und Rückzahlung des Kredits zu ermitteln.

Wir gehen bei einem alten Kessel in einem ersten Ansatz davon aus, dass der Jahresnutzungsgrad um etwa 30 % gesteigert werden kann.

Wenn jetzt die jährlichen Kosten für Zins und Rückzahlung kleiner als 30 % der aktuellen Kosten sind, ist die Maßnahme wirtschaftlich.

Arbeitsblatt 1: Bestimmung der Versorgungssituation

Energieträger

Fernwärme (Dampf) Fernwärme (Heißwasser) Öl Gas Pellets

Anzahl Wärmetauscher/Kessel

Installierte Leistung

Wärmetauscher/Kessel 1 kW

Wärmetauscher/Kessel 2 kW

Wärmetauscher/Kessel 3 kW

Wärmetauscher/Kessel 4 kW

Gesamt **kW**

Heizenergieverbrauch Referenzjahr kWh/a

Vollbenutzungsstunden h/a

Wert aus Tabelle 2.1 für entsprechende Gebäudenutzung h/a

Eigener Wert zu hoch zu niedrig im Rahmen

Heizenergieverbrauch / Nettogrundfläche kWh/(m² x a)

Wert aus Tabelle 1.3 für entsprechende Gebäudenutzung kWh/(m² x a)

Eigener Wert zu hoch zu niedrig im Rahmen

Regelung

Kesselvorlauftemperatur geregelt? ja nein

Eingestellte Kesselvorlauftemperatur °C bei Außentemperatur °C

Heizkreise nach Nutzung getrennt? ja nein

Heizkreise geregelt? ja nein

Eingestellte Vorlauftemperatur °C bei Außentemperatur °C

Arbeitsblatt 2: Ermittlung des Jahresheizenergiebedarfs

Fensterfläche: Norden: m²
 Süden: m²
 Osten: m²
 Westen: m²

Fensterfläche gesamt: m²

Außenwandfläche: Norden: Länge x Höhe m x m = m²
 Süden: Länge x Höhe m x m = m²
 Osten: Länge x Höhe m x m = m²
 Westen: Länge x Höhe m x m = m²

Summe: m²

minus Fensterfläche gesamt: m²

Außenwandfläche gesamt: m²

Dach-/Bodenfläche: Länge x Breite m x m = m²

U-Werte (g-Wert bei Einscheibenglas 0,87; bei Isolierverglasung 0,8)

	U-Wert	Umrechnungsfaktor für äquivalenten U-Wert für Fenster	äquivalenter U-Wert
Außenwand			
Dachfläche			
Bodenplatte			
Süd-Fenster		U-Wert - g-Wert x 2,45	
Nord-Fenster		U-Wert - g-Wert x 0,95	
West- und Ost-Fenster		U-Wert - g-Wert x 1,65	

Transmissionswärmeverluste

Über Außenwand: Außenwandfläche gesamt x U-Wert Außenwand x 81
 m² x W/m²K x 81 kKh/a = kWh/a

Über Dachfläche: Dachfläche gesamt x U-Wert Dach x 81
 m² x W/m²K x 81 kKh/a = kWh/a

Über Bodenplatte: Bodenfläche gesamt x U-Wert Boden x 40
 m² x W/m²K x 40 kKh/a = kWh/a

Über Fenster:

Süden Fensterfläche Süd x U_{äq,Süd} x 81
 m² x W/m²K x 81 kK/ha = kWh/a

Norden Fensterfläche Nord x U_{äq,Nord} x 81
 m² x W/m²K x 81 kK/ha = kWh/a

Osten und Westen (Fensterfläche Ost + Fensterfläche West) x U_{äq,Ost,West} x 81
 m² x W/m²K x 81 kKh/a = kWh/a

Summe Transmissionswärmeverlust kWh/a

Lüftungswärmeverlust

Gebäudevolumen: Nettogeschosßfläche x durchschnittliche Raumhöhe

..... m² x m = m³

Durchschnittlicher Luftwechsel: bei Gebäuden ohne mechanische Lüftung wird i.d.R.
0,5-fach angesetzt

Lüftungswärmeverlust: Gebäudevolumen x Luftwechsel x 0,33 Wh/m³K x 81kKh/a

.....m³ x1/h x 0,33 Wh/m³K x 81kKh/a = kWh/a

Summe Transmissions- und Lüftungswärmeverluste: kWh/a

Gewinne aus Geräten und Personen: kWh/a

Überschlägiger Jahres-Heizenergiebedarf:

Summe Transmissions- und Lüftungswärmeverluste - Gewinne aus Personen und Geräten

..... kWh/a - kWh/a = kWh/a

Tatsächlicher Heizenergieverbrauch im Referenzjahr: kWh/a

Überschlägig ermittelter Jahresheizenergiebedarf deutlich geringer als tatsächlicher Heizenergieverbrauch?

ja nein

Wenn ja, dann sollten die Ursachen, eventuell in Zusammenarbeit mit der Abteilung Energiemanagement, genauer untersucht werden.

Arbeitsblatt 3: Optimierung des Aufheiz- und Absenkezeitpunkts

Aktuelle Werte

Aktuelle Außentemperatur °C Aktuelle Vorlauftemperatur:°C
Aktueller Absenkezeitpunkt:Uhr Aktueller Aufheizzeitpunkt:Uhr

Geänderte Werte

Aktuelle Außentemperatur °C Aktuelle Vorlauftemperatur:°C
Neuer Absenkezeitpunkt:Uhr Neuer Aufheizzeitpunkt:Uhr
Auswirkungen: Ist es morgens in den Räumen warm genug? ja nein
Wird es abends in den Räumen zu früh kalt? ja nein
Sonstige Bemerkungen:.....

Geänderte Werte

Aktuelle Außentemperatur °C Aktuelle Vorlauftemperatur:°C
Neuer Absenkezeitpunkt:Uhr Neuer Aufheizzeitpunkt:Uhr
Auswirkungen: Ist es morgens in den Räumen warm genug? ja nein
Wird es abends in den Räumen zu früh kalt? ja nein
Sonstige Bemerkungen:.....

Geänderte Werte

Aktuelle Außentemperatur °C Aktuelle Vorlauftemperatur:°C
Neuer Absenkezeitpunkt:Uhr Neuer Aufheizzeitpunkt:Uhr
Auswirkungen: Ist es morgens in den Räumen warm genug? ja nein
Wird es abends in den Räumen zu früh kalt? ja nein
Sonstige Bemerkungen:.....

Geänderte Werte

Aktuelle Außentemperatur °C Aktuelle Vorlauftemperatur:°C
Neuer Absenkezeitpunkt:Uhr Neuer Aufheizzeitpunkt:Uhr
Auswirkungen: Ist es morgens in den Räumen warm genug? ja nein
Wird es abends in den Räumen zu früh kalt? ja nein
Sonstige Bemerkungen:.....

Arbeitsblatt 4: Optimierung der Heizkreisregelung

Aktuelle Werte

Aktuelle Außentemperatur °C Aktuelle Vorlauftemperatur:°C

Eingestellte Vorlauftemperatur bei Außentemperatur -12°C:°C

Stellung: A: B: C:

bzw. eingestellter Fußpunkt bei Außentemperatur 15°C:°C

Eingestellte Nachtabsenkung°C

Geänderte Werte:

Aktuelle Außentemperatur °C Aktuelle Vorlauftemperatur:°C

Eingestellte Vorlauftemperatur bei Außentemperatur -12°C:°C

Stellung: A: B: C:

bzw. eingestellter Fußpunkt bei Außentemperatur 15°C:°C

eingestellte Nachtabsenkung°C

Auswirkungen: Wird es in den Räumen warm genug? ja nein

Sonstige Bemerkungen:.....

Geänderte Werte:

Aktuelle Außentemperatur °C Aktuelle Vorlauftemperatur:°C

Eingestellte Vorlauftemperatur bei Außentemperatur -12°C:°C

Stellung: A: B: C:

bzw. eingestellter Fußpunkt bei Außentemperatur 15°C:°C

eingestellte Nachtabsenkung°C

Auswirkungen: Wird es in den Räumen warm genug? ja nein

Sonstige Bemerkungen:.....

Geänderte Werte:

Aktuelle Außentemperatur °C Aktuelle Vorlauftemperatur:°C

Eingestellte Vorlauftemperatur bei Außentemperatur -12°C:°C

Stellung: A: B: C:

bzw. eingestellter Fußpunkt bei Außentemperatur 15°C:°C

eingestellte Nachtabsenkung°C

Auswirkungen: Wird es in den Räumen warm genug? ja nein

Sonstige Bemerkungen:.....

Arbeitsblatt 5: Wärmeschutz der Gebäudehülle

Aktuelle Werte

U-Wert der Fassade:W/m²K

Transmissionswärmeverluste über Außenwand:

Außenwandfläche gesamt x U-Wert Außenwand x 81

..... m² xW/m²K x 81 kWh/a = kWh/a

Neue Werte

U-Wert der Fassade:W/m²K

Transmissionswärmeverluste neu über Außenwand:

Außenwandfläche gesamt x U-Wert Außenwand neu x 81

..... m² xW/m²K x 81 kWh/a = kWh/a

Jährliche Energieeinsparung:

Transmissionswärmeverluste alt - Transmissionswärmeverluste neu = kWh/a

Kosteneinsparung

Energiepreis: €/kWh

Jährliche Kosteneinsparung: Jährliche Energieeinsparung x Energiepreis = €/a

Investitionen

spezifische Investitionen:€/m² Wärmedämmung (incl. Montage, Verputz etc.)

Jährliche Kapitalkosten:

Spezifische Investition x Außenfläche Gesamt / Lebensdauer = €/a

Lebensdauer: 30 Jahre

Wirtschaftlichkeit

Jährliche Kosteneinsparung / Jährliche Kapitalkosten =

Bei einem Ergebnis > 1, ist die Wärmedämm-Maßnahme wirtschaftlich.

Arbeitsblatt 6: Einbau einer Heizkreisregelung

Überschlägiger Heizenergieverbrauch im angeschlossenen Heizkreis:

Versorgte Fläche: m²

Gesamtfläche: m²

Versorgte Fläche / Gesamtfläche x tatsächlichem Heizenergieverbrauch = kWh/a

Heizenergiekosten im angeschlossenen Heizkreis:

Energiepreis: €/kWh

Überschlägiger Heizenergieverbrauch x Energiepreis = €/a

Jährliche Energiekosteneinsparung:

Mögliche Senkung der Energiekosten um %

Heizenergiekosten im angeschlossenen Heizkreis x mögliche Senkung: €/a

Investition

Investitionen: €/Heizkreis

(z.B. aus Angebot Installateur für Pumpe, Mischventil, Regelung, etc. incl. Montage)

Jährliche Kapitalkosten:

Investition / Lebensdauer = €/a

Lebensdauer: 15 Jahre

Wirtschaftlichkeit

Jährliche Energiekosteneinsparung / Jährliche Kapitalkosten =

Bei einem Ergebnis > 1, ist die Nachrüstung einer Heizkreisregelung wirtschaftlich.

Arbeitsblatt 7: Austausch der Kesselanlage

Alter Kessel: kW, neuer Kessel:kW

Ermittlung des Einsparpotentials

Heizenergieverbrauch im Referenzjahr = kWh/a

Abschätzung Jahresnutzungsgrad der vorhandenen Kesselanlage: %

Abschätzung Jahresnutzungsgrad einer neuen Kesselanlage: %

Heizenergieeinsparung:

Heizenergieverbrauch im Referenzjahr x $(1 - \frac{\text{Jahresnutzungsgrad}_{\text{alt}}}{\text{Jahresnutzungsgrad}_{\text{neu}}}) = \dots\dots\dots$ kWh/a

Jährliche Arbeitskosteneinsparung:

Arbeitspreis: €/kWh

Heizenergieeinsparung x Energiepreis: €/a

Jährliche Leistungskosteneinsparung:

Leistungspreis: €/kW,a

Leistungseinsparung x Leistungspreis: €/a

Jährliche Kosteneinsparung:

Jährliche Arbeitskosteneinsparung + Jährliche Leistungskosteneinsparung: €/a

Investition

Investitionen:€/Kesselanlage

(z.B. aus Angebot Installateur für Kessel mit Peripherie, incl. Montage)

(spezifische Investition:€/kW installierte Leistung)

Jährliche Kapitalkosten:

Investition / Lebensdauer = €/a

Lebensdauer: 15 Jahre

Wirtschaftlichkeit

Jährliche Kosteneinsparung / Jährliche Kapitalkosten =

Bei einem Ergebnis > 1, ist der Kesselaustausch wirtschaftlich

Protokoll zur Optimierung von Heizkreisregelungen

Liegenschaft _____

Außentemperatur: ___ °C

Datum: _____

Regelung: _____

Heizkreise: _____

Alt	von Uhr	bis Uhr	Sollwert Tag	Sollwert Nacht	Steilheit Heizkurve	Fußpunkt Parallelversch.	Krümmung Heizkurve	Nachtabs.	Sonstiges Pumpen, usw.	Bemerkungen
Montag										
Dienstag										
Mittwoch										
Donnerstag										
Freitag										
Samstag										
Sonntag										
Mo-Fr										

Optimiert	von Uhr	bis Uhr	Sollwert Tag	Sollwert Nacht	Steilheit Heizkurve	Fußpunkt Parallelversch.	Krümmung Heizkurve	Nachtabs.	Sonstiges Pumpen, usw.	Bemerkungen
Montag										
Dienstag										
Mittwoch										
Donnerstag										
Freitag										
Samstag										
Sonntag										
Mo-Fr										

Notiz: